

N° d'ordre

.....

THESE

présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Nantes
pour obtenir le grade de
Docteur ès-Sciences Naturelles

par

Jean-Paul JACQUIN

Maitre Assistant à la Faculté des Sciences de Nantes

**CONTRIBUTION A L'ETUDE GEOLOGIQUE
ET MINIERE DE LA SIERRA DE GADOR**

(Almeria, Espagne)

TOME I

GEOLOGIE REGIONALE

Soutenue le 8 Juin 1970 devant la Commission d'Examen

Président : **P. CAVET**

Examineurs : **M. DURAND DELGA**
F. H. FORESTIER

Rapporteur : **A. BERNARD**

Invités : **F. FOGLIERINI**
Cl. GAGNY

T H E S E

présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Nantes
pour obtenir le grade de
Docteur ès-Sciences Naturelles

par

Jean-Paul JACQUIN

Maitre Assistant à la Faculté des Sciences de Nantes

**CONTRIBUTION A L'ETUDE GEOLOGIQUE
ET MINIERE DE LA SIERRA DE GADOR**

(Almeria, Espagne)

TOME I

GEOLOGIE REGIONALE

Soutenue le 8 Juin 1970 devant la Commission d'Examen

Président : **P. CAVET**

Examineurs : **M. DURAND DELGA**
F. H. FORESTIER

Rapporteur : **A. BERNARD**

Invités : **F. FOGLIERINI**
Cl. GAGNY



UNIVERSITE DE NANTES

FACULTE DES SCIENCES

Président du Conseil Transitoire de Gestion,

Chargé des fonctions de Doyen M. AVIGNON

Physique

Professeurs

M. PAUC

Mathématiques

M. RAFFIN

Mécanique rationnelle

M. GARRIGUES

Biologie végétale

M. BRILLOUET

Analyse numérique

M. DUNOYER de SEGONZAC

Chimie

M. GRAFF

Chimie

M. COLLET

Physique

M. BOULLLOUD (C.S.U.)

Physique

Mlle DEBRAUX

Botanique

M. PETRESCO

Mathématiques

M. PIERI

Biologie animale

M. WOJTKOWIAK

Chimie

M. MOLINARO

Mathématiques

M. SELLIER

Zoologie

M. LE DOUARIN

Biologie

M. MOUTON

Physique

M. MINN

Physique

Professeurs sans chaire

M. CAVET

Sciences de la Terre

M. OTTMANN

Sciences de la Terre

M. DUPONT

Biologie végétale

M. ROUXEL

Chimie

M. QUINIOU

Chimie

M. LASKAR

Physique

M. GOUREAUX

Physique

M. MARTIN

Chimie

M. SAUDRAY

Biologie animale

Maîtres de Conférences

M. FORESTIER

Sciences de la Terre

M. NICOLAS

Sciences de la Terre

Mme LE DOUARIN

Biologie végétale

M. TOURNOUX

Chimie minérale

M. AMOURIQ

Psychophysiologie

Mlle ASTIE (C.S.U.)

Botanique

M. GOUIN (C.S.U.)	Chimie
M. BARDON	Physique
M. REMY (C.S.U.)	Chimie
M. CHABANNEL	Chimie
M. LONCKE	Physique
M. FOUQUES	Mathématiques
M. LEYCURAS (C.S.U.)	Physique
Mme MARTIN	Chimie
M. LEBRUN	Biologie
M. MATZ (C.S.U.)	Biologie
M. LEBORGNE	Mathématiques
M. LE BIHAN	Physique
M. IBISCH	Mathématiques
Mme NICOLAS	Biologie
M. ROSIER	Physique

Secrétaire de la Faculté

M. PAILLET

Attaché Principal

□

A ma femme,
A mon père,

INTRODUCTION

« Por la acción colonizadora de fenecios, griegos y cartagineses los pueblos aborígenes, modelados por estas influencias, dan como fruto en los primeros siglos de la dominación romana la cultura iberica, uno de cuyos focos es Sierra de Gador, en torno a la cual perviven toponimos de sabor iberico : Vergi, Murgi, Urci, Celin, Dalias, Gador ».

J. A. TAPIA, 1964.

1 - LIMITES DE LA REGION

Au Sud de l'Andalousie des montagnes, la Sierra de Gador constitue un massif montagneux allongé entre la Sierra Nevada et la Mer Méditerranée (fig. 1 et planche I). Ses limites naturelles sont nettes :

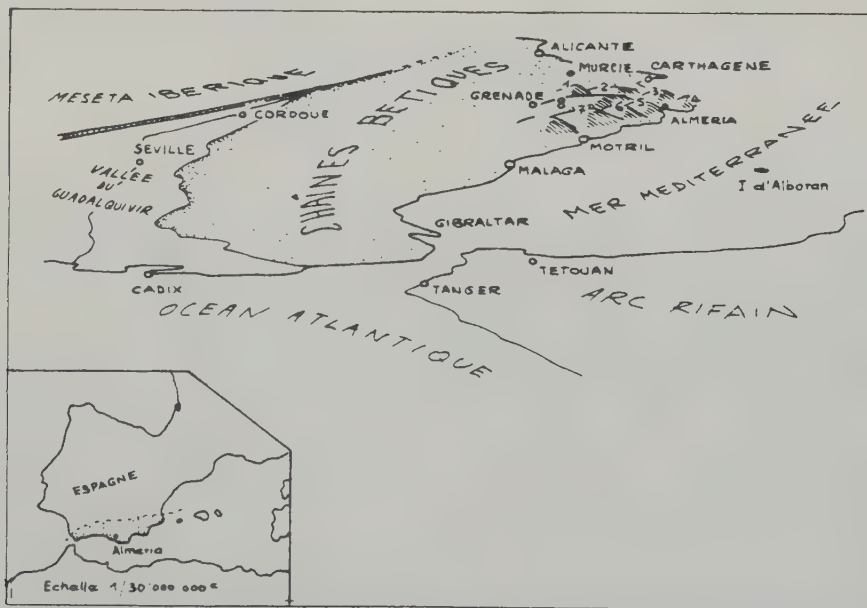


Fig. 1. — Situation géographique de la région étudiée. — (dessin d'après photographie prise du satellite Gemini 5).

1. Sierra de Baza. — 2. Sierra de Los Filabres. — 3. Sierra Alhamilla. —
4. Sierra de Gata. — 5. Sierra de Gador — 6. Sierra Contraviesa. —
7. Sierra de Lujar. — 8. Sierra Nevada. —

- au Nord, la dépression de l'Alpujarra où coule le Rio Andarax ;
- à l'Ouest, la vallée du Rio Grande de Adra ;
- au Sud, la plaine d'El Ejido ;
- à l'Est, la vallée du Rio Grande de Almeria.

2 - RELIEF ET PAYSAGES

Dans le périmètre ainsi repéré, la Sierra de Gador dessine un relief dissymétrique constitué par un "plateau central" incliné vers l'Est, limité de toute part par des parois abruptes qui rendent son accès difficile (fig. 2 et 3). Au SW, ce massif est relié par une crête étroite à un "relief-appendice" triangulaire, de moindre altitude, compris entre El Ejido, Adra et Berja : la Sierra Alhamilla (J.A. TAPIA, 1964) ⁽¹⁾.

Les paysages y sont variés, à la fois dans leur forme et dans leur couleur, tous caractérisés par leur dureté et leur noblesse, qu'il s'agisse des reliefs ou des dépressions. Les "bad-lands" gris-jaunes de Rioja et Tabernas, les ravins de Vicar et de Felix, les sommets voisins d'Alhama de Almeria ne sont plus à décrire depuis qu'ils servent de toile de fond à la réalisation des "westerns".

Les contrastes sont souvent violents : le voyageur est choqué par l'Alpujarra vert-tendre, plantée de vignes, enchâssée entre Sierra Nevada (au Nord), brune, grise ou jaune, aride, et Sierra de Gador (au Sud), grise, ~~sombre~~, inhospitalière.

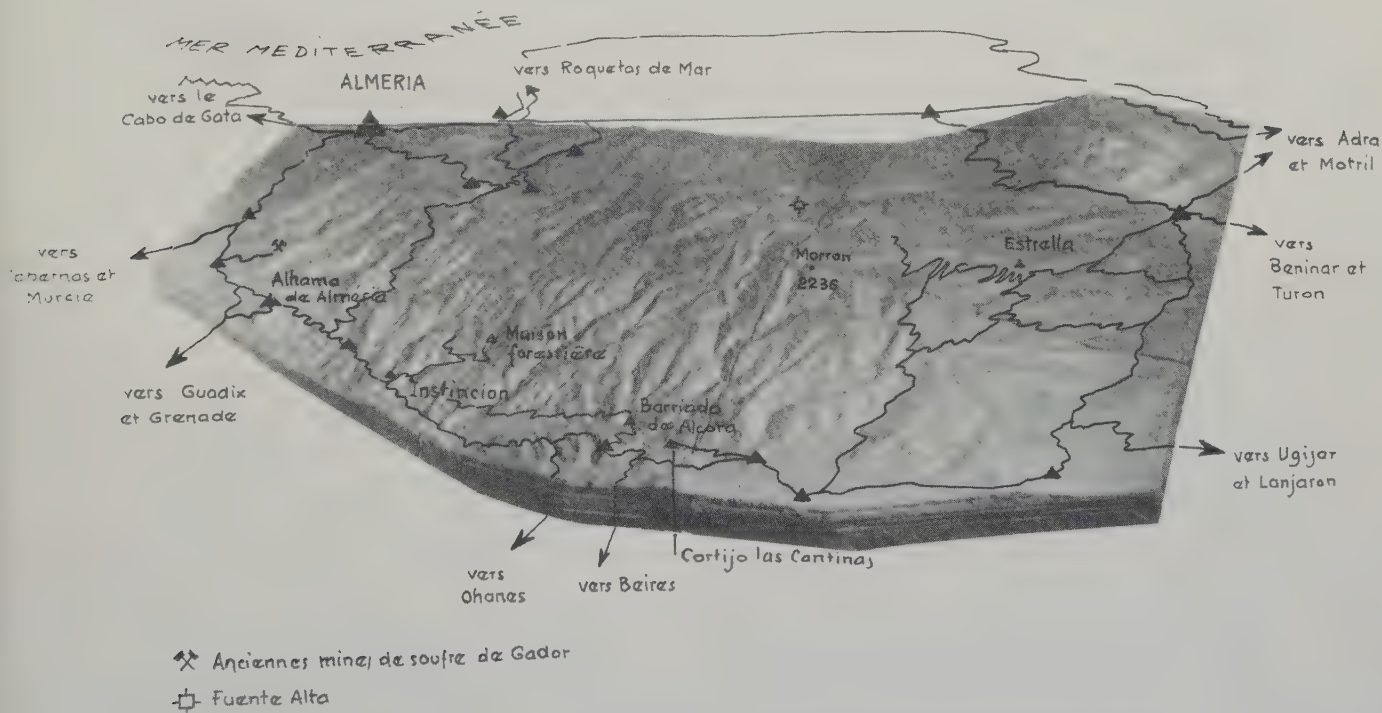
A la variété et aux contrastes dans les paysages, s'ajoute leur évolution rapide. Partout où l'eau a jailli des sondages ou des puits, les "campos" ⁽²⁾ se transforment de façon spectaculaire. En 1962, la route Aguadulce-El Ejido traversait un désert caillouteux semé de rares îlots où les eucalyptus disputaient un peu d'humidité aux figuiers. En 1969, cette même route est presque complètement bordée par des cultures maraîchères en gradins, des serres ultra-modernes ont surgi d'où sortent les fleurs par camions, deux villages entièrement nouveaux abritent les ouvriers ! Dans la montagne même, d'immenses étendues sont en cours de reboisement.

⁽¹⁾ Il vaudrait mieux l'appeler la petite Sierra Alhamilla pour ne pas la confondre avec l'autre Sierra du même nom située à l'Est d'Almeria. Plus loin, toutes les fois qu'il s'agira de Sierra Alhamilla, ce sera de cette dernière qu'il sera question.

⁽²⁾ Campo : campagne, territoire cultivé.



* Fig. 2 RELIEF, COURS D'EAU, LOCALITÉS DE LA RÉGION ETUDIÉE



* Fig. 3 LES VOIES D'ACCES A LA SIERRA DE GADOR (ROUTES ET PISTES PRATICABLES AVEC UNE AUTOMOBILE)

* Fig. 2 et 3 : photographies d'une maquette en polystyrène et plâtre, réalisée à l'aide de cartes topographiques au 1/50'000^e de l' Instituto Geografico y Catastral d' Espagne (feuilles nos : 1027, 1028, 1029, 1043, 1044, 1045, 1057, 1058, 1059). La Sierra est vue obliquement, du NNW vers le SSE. Les deux photographies sont à la même échelle. — La distance Aguadulce - El Ejido représente 23km.

3 - CLIMATS

Comme les couleurs et les formes, les climats sont variés. A Pâques, il peut neiger à Berja pendant que l'on se baigne à Almeria ou que l'on y récolte les petits pois. En été, alors que le ciel d'Almeria reste bleu, les nuages peuvent s'accumuler au-dessus de Berja pendant la matinée et la pluie tombe, en début d'après-midi, sur le versant occidental de la Sierra de Gador. En septembre, de gros orages inondent parfois les rues de la " capitale " (c'est ainsi que l'on parle d'Almeria dans sa province) pendant que la poussière continue à voler dans celles d'El Ejido.

4 - VOIES D'ACCES (fig.3) ⁽¹⁾

La grande route Almeria-Malaga longe le versant méridional de la Sierra à l'endroit où les torrents se perdent dans les alluvions de piémont. De cette route, on peut remonter jusqu'aux premiers abrupts en empruntant les " ramblas " ⁽²⁾ : elles sont souvent longées par une piste peu recommandable aux amortisseurs délicats mais qui fait gagner deux heures de marche d'approche.

La route d'Almeria à Grenade, jusqu'à Alhama de Almeria, tourne autour des contreforts orientaux de la Sierra. Puis, d'Alhama à Laujar de Andarax et Alcolea, une voie secondaire permet d'accéder à son flanc septentrional, généralement très abrupt. Du village d'Instincion part une piste qui monte jusqu'à la maison forestière des Peñones de Tremendo. Greffée sur cette dernière, une autre conduisait autrefois jusqu'à Fondon en passant par la Barriada ⁽³⁾ de Alcolea et le Cortijo ⁽⁴⁾ de las Cantinas ; elle est maintenant coupée entre ces deux localités.

La partie occidentale du massif est devenue accessible grâce aux pistes desservant les exploitations minières. Elles partent de Laujar de Andarax, des km 20 et 22 de la route Berja-Laujar et enfin de Berja. Elles conduisent toutes vers une des zones les plus hautes de la Sierra : le Pic de la Estrella où le dernier tronçon de l'une d'elles, oh surprise ! ... mesure plus de 6 m de large sur plusieurs kilomètres, est asphalté et, détail cocasse, on y circule tantôt à droite, tantôt à gauche pour laisser toujours le côté montagne aux camions lourdement chargés de minerai.

Deux routes pénètrent la partie orientale de la Sierra : l'une relie directement Almeria au village d'Enix ; l'autre rattache Aguadulce à Alicun en envoyant une branche à Felix. La descente sur Alicun, par cette dernière, offre un

(1) Ce paragraphe n'est destiné qu'aux lecteurs qui voudraient aller voir sur place et situer une partie des problèmes dans leur cadre géographique.

(2) Rambla : lit de torrent, en général large et peu profond.

(3) Barriada : hameau.

(4) Cortijo : ferme isolée dans la montagne où l'on n'habite que pendant la période des travaux ; maison de campagne.

panorama incomparable sur la Sierra Nevada, la Sierra de los Filabres, la Sierra Alhamilla, une partie de la Sierra de Gador et la grande dépression de Gergal-Tabernas.

De Berja, on peut redescendre à la route Almeria-Malaga soit par Dalias, soit directement à Adra.

Actuellement, on construit une piste forestière qui traversera tout le massif, d'Est en Ouest : elle ira de la route Aguadulce-Alicun au Pic de la Estrella. Un seul coup d'œil sur la carte permettra de mesurer combien je regrette de n'avoir pu en profiter ! Une grande partie de la Sierra de Gador n'est donc accessible que par les sentiers muletiers. Pour s'y aventurer en été, ne pas oublier sa provision d'eau potable !

5 - VILLES, POPULATIONS, RESSOURCES

La " capitale ", Almeria, est une ville de cent mille âmes. C'est le " miroir de la mer ", la " ville où le soleil passe l'hiver ". Autrefois centre administratif, commerçant et port dont le trafic était nourri par l'exportation des fruits et des minerais, elle est devenue au cours de ces dernières années une station touristique et une des capitales mondiales du cinéma. A la belle et amoureuse description qu'en donne J. SERMET (1953), on ne peut qu'ajouter (et presque regretter) qu'elle soit devenue une champignonnière de " buildings " modernes et sans caractère.

Almeria, en plein développement, exerce un puissant attrait sur toutes les bourgades et villages du périmètre qui nous intéresse ici mais n'a pas dépeuplé les localités de la " Alpujarra " (dépression entre Sierra de Gador et Sierra Nevada) ni de la " Baja Alpujarra " (environs de Berja, Dalias et Adra).

La " Alpujarra " et la " Baja Alpujarra " sont essentiellement agricoles et leur richesse principale est la vigne. Elles produisent des raisins " de garde ", à peau épaisse dont la culture, partie du village d'Ohanes, gagne peu à peu une grande partie de la province et même le Levant. Ces raisins, cueillis de septembre à fin décembre sont mis en tonnelets avec de la sciure de liège et exportés par bateau pour être consommés jusqu'en mars ou avril surtout dans les pays anglo-saxons.

Au cours de la dernière décennie, Berja, capitale de la basse " Alpujarra ", a connu un nouvel épisode de son histoire mouvementée, par ailleurs admirablement contée par J.A. TAPIA (1966). Opulente puis ruinée ou rasée par les tremblements de terre (XVIIe et XVIIIe siècles), ce bourg connaît actuellement une période faste qu'il doit au rendement de ses vignes et à la reprise des activités minières (plomb et bientôt fluorine).

Si le développement uniformisateur est général dans la région, bien des contrastes demeurent pourtant. A côté d'Almeria, partie à la conquête d'un visage européen (immeubles, aéroport international, ...), les autres localités conservent celui du début du siècle, voire du siècle passé. Aux rues grouillantes d'Almeria où les feux de signalisation ont poussé comme la mauvaise herbe s'opposent les ruelles en escaliers des villages où règnent encore en maîtres la mule et l'âne, seuls capables de véhiculer le produit des "bancales" ⁽¹⁾ voisins ou du champ perdu dans la montagne. Dans la capitale, c'est l'agitation moderne (sauf à l'heure de la sieste où toute la ville s'endort religieusement !) le "Paseo" ⁽²⁾ animé de 20 heures à 1 heure du matin ou plus tard même. Ailleurs, c'est encore la vie dure au rythme des saisons et du soin des cultures, les bourgs où l'on se couche tôt parce qu'il faut se lever tôt. A Almeria, à 11 heures du matin, on peut prendre son "ponche" ⁽³⁾ dans un bar climatisé à deux pas de la porte de son "oficina" ⁽⁴⁾. Ailleurs, à la même heure, il est trop tard pour s'en aller soigner son champ ou sa vigne.

Et la liste des contrastes ne s'arrête pas là ! Il y aurait un livre à écrire sur les mini-jupes de la "capitale" et les paysannes austères, vêtues de noir de la Alpujarra ; sur les monstres de trente-cinq tonnes, chargés de minerai croisant les bourricots portant des sacs d'amandes ; sur la pelle-mécanique travaillant à côté du paysan qui coupe le seigle à la faucille ; sur le berger avec son transistor, descendant à Almeria une fois l'an ; sur les filles authentiquement blondes comme des nordiques ou brunes comme des Andalouses d'affiches touristiques ; et sur les schistes violets ou bleus opposés aux dolomies "noir de corbeau" ou aux marnes blanches ... qui nous ramèneront à la géologie régionale, elle aussi pleine de contrastes.



⁽¹⁾ Bancales : banquette de terre cultivée, soutenue par un mur.

⁽²⁾ Paseo : avenue principale d'Almeria.

⁽³⁾ Ponche : café arrosé de "cognac local".

⁽⁴⁾ Oficina : bureau.

CHAPITRE I

CADRE GEOLOGIQUE

There was a time when the Alps were considered, especially by European geologists, a model for all mountain chains (Trumpy - 1960).

(Paleotectonic evolution of the central and western Alps : Geol. Soc. America Bull. vol. 71 ; p. 843-908.

1 - STRUCTURE DES CHAINES BETIQUES

1.1. Cadre général

Jusqu'à ces dernières années, entre la Meseta ibérique et la Mer Méditerranée, du Nord vers le Sud, tous les géologues s'accordaient à reconnaître les grandes subdivisions suivantes (fig. 4a et 4b) :

- le Prébétique, constitué par des séries mésozoïques et cénozoïques autochtones ;
- le Subbétique, formé de séries puissantes, allant du Trias au Nummulitique, chevauchant le bord méridional du Prébétique ;
- le Bétique où s'empilent de grandes nappes appartenant de bas en haut à l'autochtone relatif de la Sierra Nevada puis à l'ensemble alpujarride (nom d'origine géographique) et enfin au Bétique de Malaga (fig. 4b).

Le Prébétique et le Subbétique sont rangés dans ce que l'on a appelé les zones externes et le Bétique constitue à lui seul tout le domaine interne. C'est le cadre qui servit à la synthèse de P. FALLOT (1948).

A la suite des découvertes récentes, il n'est plus possible d'envisager un découpage aussi simple en Bétique, Subbétique et Prébétique. Cette image est devenue insuffisante. Il est indispensable d'introduire un élément nouveau dans ce schéma : la Dorsale bétique (M. DURAND DELGA et A. FOUCAULT, 1967) dont l'importance structurale (M. DURAND DELGA et A. FOUCAULT, 1968) et paléogéographique (Y. PEYRE, 1969 a et b) se confirme de plus en plus ; elle se situe entre Externides et Internides, dans ce que J. PAQUET (1967) appelle la "zone limite". L'analyse des séries qui peuvent lui être rapportées facilite énormément les comparaisons entre ces deux domaines et montre des passages progressifs dont l'intérêt ne peut plus être négligé. Leur présence a été une des raisons

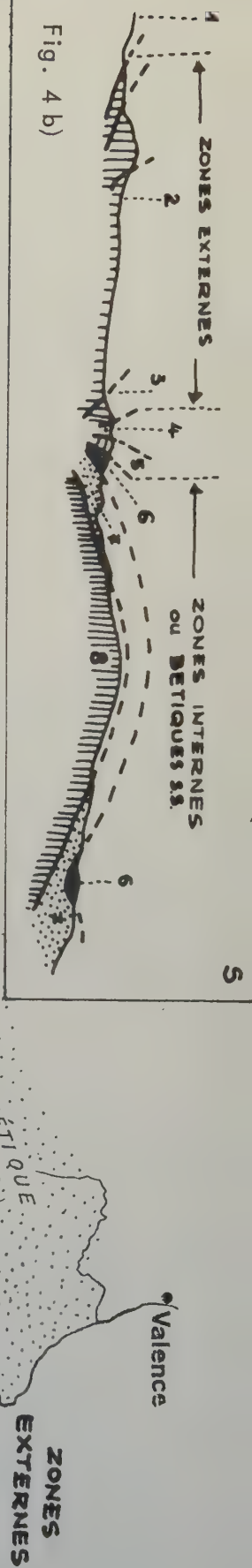
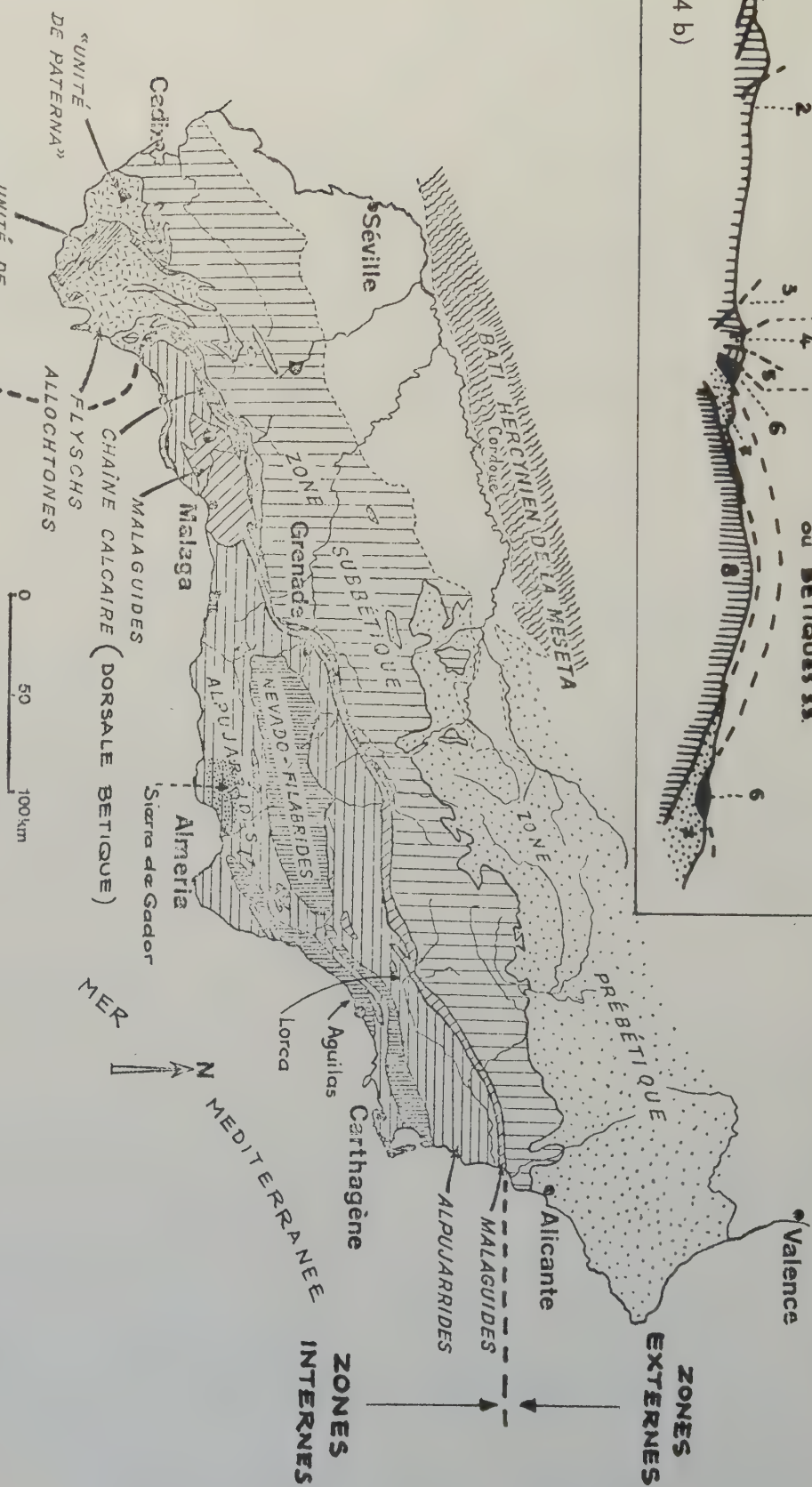


Fig. 4 b)

ZONES EXTERNES

Fig. 4 a). — Position des grandes zones structurales des chaînes bétiques. (d'après M. DURAND DELGA, 1966, simplifié).

ZONES INTERNES



Légende de la fig. 4 b) — 1. — Prébétique. 2. — Subbétique. 3. — Pénibétique. 4. — Flysches allochtones.

5. — Chaîne calcaire (Dorsale bétique). 6. — Ensemble malaguide. 7. — Alpujarrides (plusieurs nappes superposées). 8. — Névalo-Filabrides (Schistes noirs de la Sierra Nevada et Mischungszone des anciens auteurs).

puissantes qui conduisirent M. DURAND DELGA (1963) à réimaginer un schéma de mise en place des grands ensembles à partir d'une paléogéographie qui n'aurait plus rien à voir avec celle que les précédentes hypothèses envisageaient. Au lieu de déplacements de grande amplitude orientés du S vers le N, cet auteur envisage des déplacements centripètes vers la "zone limite" qui auraient entre autres avantages d'expliquer simplement les parentés de faciès, au moins sur certaines transversales, entre nappes internes élevées et la bordure méridionale du Subbétique. Par la suite, J. PAQUET (1967), F. FERNEX (1968), M. DURAND DELGA (1968), Y. PEYTRE (1969 a et b) et J. DIDON (1969) ont apporté trop d'éléments en faveur de la nouvelle image paléogéographique pour qu'on puisse exposer le cadre de cette étude autrement qu'en utilisant le schéma structural des Cordillères proposé par M. DURAND DELGA (1966) que je reproduis ici (fig. 4a).

1.2. Cadre particulier : zones dites internes.

L'ensemble des zones internes, sur le continent, s'étend depuis l'Ouest de Malaga jusqu'à Alicante (450 km) avec une largeur variable, atteignant un maximum sur le méridien d'Almeria (90 km environ) (fig. 4a).

La Sierra de Gador, entre Sierra Nevada et Mer Méditerranée, représente un élément à la fois méridional et médian de ces zones internes dont le contenu a été résumé ainsi par M. DURAND DELGA et A. FOUCAULT (1968) :

Le terme de "zones internes" s'applique pour nous à l'édifice méridional de la chaîne comprenant de bas en haut : les Névado-Filabrides (M. DURAND DELGA, 1963 et C.G. EGELER, 1963) terme regroupant le Bétique de la Sierra Nevada et la "Mischungszone" qui le surmonte (H.A. BROUWER, 1926) ; les Alpujarrides, nappes à matériel cristallophyllien, permien et triasique, décrites dès 1926 par H.A. BROUWER sous le nom de "nappes bétiques" ; les Malaguides (M. DURAND DELGA, 1963), terme regroupant la "nappe de Malaga" (ou Bétique de Malaga de M. BLUMENTHAL, 1927) et des unités qui lui sont apparentées par leur Paléozoïque - non métamorphique - et leur Permo-Mésozoïque peu épais en général (fig. 4a et 4b).

Pour le lecteur peu au courant de la géologie bétique, il convient de préciser un point : les Névado-Filabrides comprennent les schistes anciens de la Sierra Nevada et la "Mischungszone" (complexe métamorphique d'âge supposé en partie triasique) ; cet ensemble renferme des complications tectoniques (voir par exemple les redoublements signalés dans les travaux de H. J. NIJHUIS, 1964). Les Névado-Filabrides affleurent surtout au cœur des grands anticlinaux post-nappes de la Sierra Nevada et de la Sierra de los Filabres.

Très tôt dans l'histoire des études bétiques, les zones internes furent l'objet de travaux importants axés surtout sur leur extrémité occidentale (au-delà du méridien d'Adra). Dernièrement, J. BOULIN (1968) en a repris l'analyse d'une partie occidentale et à cette occasion donne un historique complet des travaux antérieurs. Il serait inutile de le refaire ici et je me bornerai à citer rapidement la bibliographie récente intéressant les parties centrales et orientales des Internides.

Au cours des cinq dernières années, une mention spéciale doit être faite aux travaux de l'Ecole hollandaise : ils ont été consacrés à des analyses régionales : O. J. SIMON (1963), H. E. RONDEEL (1965), R. E. BICKER (1966), H. W. VOET (1967) ; à l'étude du métamorphisme : H. J. NIJHUIS (1964 ; au problème particulier des "konglomeratistische Mergel" : L. LEINE (1968) ; au Néogène : H. R. VÖLK (1966). On doit également de nombreux articles à C. G. EGELER, T. DE BOOY et H. J. MAC GILLAVRY. Dernièrement, C. G. EGELER et O. J. SIMON (1969 a) ont couronné ces travaux par une synthèse sur la tectonique des zones internes à laquelle il faudra souvent faire appel.

F. FERNEX a soutenu une thèse basée sur l'étude de la transversale, jusque là très mal connue, de La Paca-Lorca-Aguilas (1968).

M. J. PAVILLON (1969) prenant le relais encore plus à l'Est a proposé une interprétation tectonique et paléogéographique de la région de Mazarron-Cartagena.

Entre la Sierra de Gador et le secteur étudié par les géologues hollandais, il subsiste une région sur laquelle les données ne sont que très fragmentaires : la Sierra Alhamilla.

Entre la zone étudiée par J. BOULIN et la Sierra de Gador, F. ALDAYA (1967, 1968, 1969 a et 1969 b) vient d'apporter des données cartographiques nouvelles qui faisaient gravement défaut depuis les travaux de J. WESTERVELD (1929).

J. M. FONTBOTE (1957), E. PUGA et J. M. FONTBOTE (1966 a et b, E. PUGA, J. M. FONTBOTE et J. L. MARTIN VIVALDI, 1968) ont fourni des données originales sur les Névado-Filabrides occidentales (Sierra Nevada) où les investigations s'étaient ralenties depuis celles de P. FALLOT, A. FAURE-MURET, J. M. FONTBOTE et L. SOLE-SABARIS, objet d'une volumineuse publication parue en 1961.

Parmi les travaux récents auxquels il faudra souvent faire appel ; il convient de citer encore l'étude fondamentale de J. AZEMA (1961) sur le Bétique de Malaga s.s., ceux de J. BOULIN (1968) qui confèrent un nouveau visage à

la tectonique, la stratigraphie et le métamorphisme de la région comprise entre Malaga et Motril. C'est à P. DIMPAULT DARCY, H. LEROY et Th. JUTEAU (1968) que l'on doit la première analyse détaillée des affleurements de roches vertes connus ou nouveaux de la nappe de Lujar et leur première étude pétrographique et chimique (Th. JUTEAU, op. cit.). R. MAILLOT (publication à paraître) étudie le gisement de fer du Marquesado et reconstitue sa genèse dans un environnement où les phénomènes karstiques jouent un rôle essentiel : c'est là la deuxième fois qu'une donnée paléogéographique est introduite au sujet de la partie supérieure des Nevado-Filabrides (le gisement se situe dans la "Michungszone" des géologues de la première Ecole hollandaise).

Dans la partie centrale des zones internes, la Sierra de Gador semble avoir été longtemps ignorée des géologues. Elle avait pourtant eu son heure de gloire, en 1882, lorsque J. GONZALO Y TARIN y établit l'âge triasique d'une grande partie des faciès contenus dans ce qu'on appelle maintenant les Alpujarrides. Depuis cette date, seul J. WESTERVELD (1929) et E. DUPUY DE LOME (1958) publièrent à son sujet : l'extrémité occidentale de la Sierra figure sur la carte de synthèse dressée par le premier auteur et le deuxième donna celle d'un petit secteur situé au Nord de Berja. J'y arrivai moi-même en 1962, par hasard, pour en étudier les minéralisations en même temps qu'un géologue espagnol qui devait se consacrer à sa cartographie. Puis ce fut une ruée : brusquement, en 1964, toute l'équipe de l'Entreprise nationale espagnole ADARO, repliée des mines de Rodalquilar, s'installa dans la Sierra pour en faire l'étude géologique et minière (plus de quinze personnes avec de gros moyens matériels y compris, temporairement, un hélicoptère ! ...) ; vinrent ensuite des géologues d'une autre entreprise nationale - l'INI - pour étudier une zone située près du Pic de la Estrella, puis un géologue de l'équipe de Grenade pour lever la transversale de Berja et, enfin, deux géologues allemands pour travailler sur des minéralisations fluorées de l'extrémité occidentale du massif.

2 - LES PROBLEMES TELS QU'ILS SE SONT POSES DANS LE SECTEUR ETUDIE.

2. 1. Importance de l'état des connaissances et des recherches en cours dans les chaînes bétiques. (Géologie régionale).

Les chaînes bétiques ne connaissent pas ou plutôt n'ont pas encore pu connaître, pour des raisons diverses, le succès d'autres domaines alpins dans le monde de la géologie française. Pourtant, au cours des cent dernières années, elles ont attiré nombre de Maîtres de grand renom, venus surtout de l'étranger : en particulier allemands, français, hollandais et suisses.

L'étude des Cordillères bétiques a connu des périodes d'intense activité (Mission d'Andalousie, par exemple, au siècle dernier, puis travaux de la première Ecole hollandaise etc ...) séparées par de longues années de sommeil (pendant les guerres). Actuellement, les recherches y sont dans une phase très active : au cours des dernières années, plusieurs régions y ont fait l'objet de thèses (allemandes, espagnoles, françaises et hollandaises). Dans les années qui viennent on peut s'attendre encore à voir apparaître une bonne douzaine d'œuvres de ce genre.

Malgré la quantité de géologues œuvrant maintenant dans ce domaine, leur nombre est encore insuffisant : d'ici quelques années, même si beaucoup de levés au 1/100 000e sont publiés, il subsistera encore des vides cartographiques dispersés, représentant un nombre plus grand de contacts difficiles à raccorder, entravant les interprétations saines et la réalisation de synthèses poussées au stade où elles le sont dans d'autres régions orogéniques.

La géologie bétique est en pleine révolution. Entreprendre puis mettre au point une étude régionale dans un cadre aussi mobile représente une œuvre délicate et impose des devoirs stricts : bien séparer tout ce qui pourra servir aux autres - les observations "pures" ⁽¹⁾ - de ce qui est interprétation personnelle, toujours susceptible d'être sous l'influence d'une mode ou bien outrancièrement réactionnaire, ou bien seulement prématurée.

Les découvertes récentes des chercheurs répartis à travers l'ensemble de la chaîne montrent qu'il n'est absolument plus possible de travailler dans un de leur domaine sans tenir compte de ce qui se passe dans tous les autres. Certains problèmes cruciaux sont cernés actuellement de si près qu'on se demande si, même en supposant que l'on ait tout lu et tout compris, il ne faudrait pas dater ses chapitres à mesure qu'on les rédige, compte tenu de l'abondance et de la fréquence des écrits sur le sujet.

Pour situer la région étudiée, il faudra donc partir d'une vision instantanée de l'ensemble. Pour que cette vision soit aussi solide que possible, elle devra s'appuyer sur des résultats nombreux, obtenus lors d'études judicieusement réparties à travers la chaîne. Au stade le plus général, elle devra être présentée en tenant compte des acquisitions anciennes et des faits les plus récemment reconnus. L'équipe de recherche "Paul FALLOT" est actuellement la plus capable de répondre à ces impératifs ; c'est pourquoi j'utiliserai surtout ses résultats dans cette première étape. La région que j'ai étudiée se trouvant dans la zone dite interne des Cordillères, il faudra que je fasse aussi appel en détail aux travaux d'équipes espagnoles (Grenade surtout et Madrid) et hollandaises (Amsterdam), enfin à l'apport original de M. J. PAVILLON (1969) qui a étudié la zone minière de Cartagena (extrémité sud-orientale de ces zones internes).

(1) "pures" : entre guillemets car, traditionnellement, il y a l'observation pure comme il y a "le ciel serein" ou "l'herbe tendre". L'observation étant un produit personnel toujours entaché d'erreur relative, j'ai conscience du fait qu'il y aurait à méditer sur l'emploi de cette formule.

2. 2. Les problèmes miniers.

Les zones internes des chaînes bétiques sont connues depuis longtemps pour les richesses minières qu'elles renferment (au début du Tome I, on trouvera des informations plus détaillées sur ce sujet). Mais si ces richesses sont connues, aucun catalogue complet n'en a jamais été dressé. Toutefois, on sait que ces séries névado-filabrides, par exemple, comprennent de nombreux gisements de fer, des filons minéralisés en cuivre, en argent, que les séries alpujarrides renferment du plomb, du cuivre, du mercure, de la fluorine etc... tandis que les formations volcaniques de la chaîne du Cabo de Gata recèlent de l'or (exploité il y a encore peu de temps) et celle de Mazarron divers types de filons (argent, plomb etc...). Une transversale schématique (fig.5) permettra au lecteur de visualiser partiellement cette répartition.

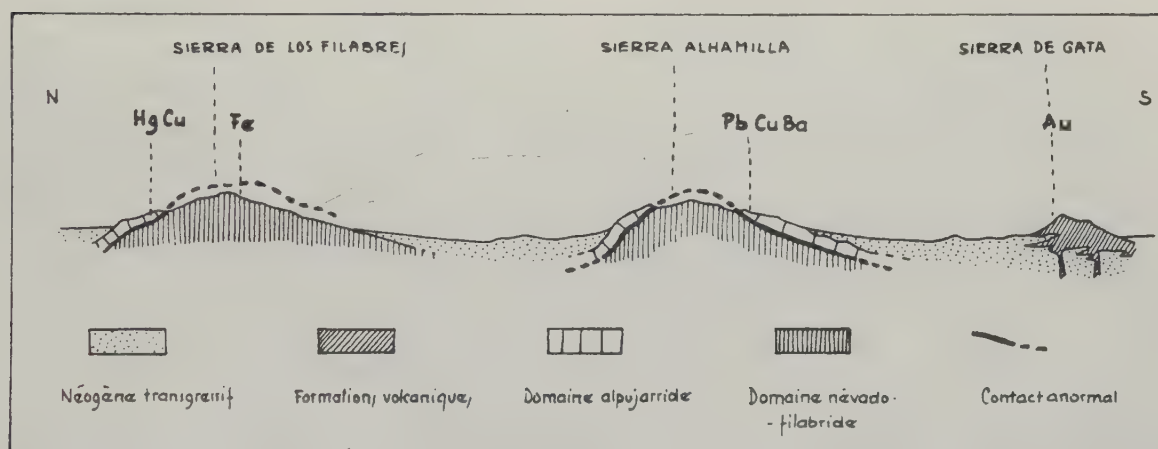


Fig. 5. — Localisation de quelques métaux dans les constituants du domaine interne.

Le domaine interne apparaît immédiatement comme une vaste province métallogénique aux richesses variées et où la nature des minéralisations semble liée à tel ou tel grand élément structural plutôt qu'à tel autre ou aux manifestations volcaniques, par exemple.

Dans cette province, la Sierra de Gador constituée en grande partie par du matériel alpujarride apparaissait comme un sujet de choix : galène, fluorine, cuivre, mercure et barytine y sont connus depuis fort longtemps. Bien que

très mal connue du point de vue de la géologie régionale, elle constituait un domaine de recherche idéal pour tenter d'éclairer la genèse d'une partie de ces richesses du midi de l'Espagne.

2.3. Le cas de la Sierra de Gador.

Lorsque j'arrivai dans la Sierra de Gador pour en étudier les minéralisations, aucune mine n'était en activité au Sud du Rio Andarax et entre le Rio Grande de Adra et le Rio Grande de Almeria. Entre ces deux fleuves et au Sud de la Sierra Nevada, seule une petite exploitation fonctionnait près du village de Fondon : la mine "Carmen" (galène) sur la rive gauche de l'Andarax. J'ai pu y passer quelques heures et lors de la deuxième mission que j'effectuai, la mine était fermée, le puits noyé.

Il était indispensable de trouver une exploitation en activité dans le voisinage. Elle se présenta dans la Sierra Alhamilla : la mine de plomb de Coto-Laisquez. Son étude me servit de point de départ à la fois pour la géologie minière et pour la géologie régionale. J'eus l'occasion d'étudier la série locale et de me familiariser avec la tectonique bétique. Les résultats obtenus sur ce petit secteur (M. WEPPE et J.P. JACQUIN, 1966) s'avérèrent très utiles pour aborder la Sierra de Gador où, bien que dans une série plus épaisse, je retrouvai des successions de faciès très voisines et des minéralisations stratiformes comparables.

Par la suite, les sociétés minières SIERRA ALMEGRERA et MINERSA entreprenant des reconnaissances et la remise en état des vieux travaux sur le secteur de la Estrella (zone occidentale de la Sierra de Gador) je profitai des circonstances pour étudier cette ancienne zone d'intense activité minière (minéralisations stratiforme de galène et de fluorine) et me pencher sur des problèmes de pétrographie sédimentaire très particuliers : ceux posés par la "franciscaine" (J.P. JACQUIN, 1966); faciès connu d'ailleurs sous le nom de dolomies tigrées et, enfin, étudier en détail le contexte tectonique complexe de ce secteur.

Entre temps, l'Etat espagnol étendait et renforçait sa réserve minière de la Sierra de Gador. L'espoir de voir rapidement d'autres exploitations renaître et devenir accessibles disparaissait.

J'entrepris un inventaire général des principaux affleurements minéralisés en surface et en même temps la cartographie de détail de leur contexte. A ce stade des travaux, les affleurements minéralisés d'importance autrefois économique, s'avérèrent tous du type stratiforme. Il devenait donc d'autant plus nécessaire, pour essayer d'en comprendre la genèse, de leur donner un support

géologique régional ⁽¹⁾. Le géologue espagnol qui devait en assurer la confection avait disparu.

Il me fallut donc lever une carte. A un stade avancé de cette entreprise et de la reconnaissance des grands ensembles tectoniques à matériel triasique dominant, la répartition des minéralisations qu'ils renfermaient apparut liée à une paléogéographie (J.P. JACQUIN, 1968 a). Certaines minéralisations se trouvaient dans le Néogène post-nappe et impliquées dans une tectonique récente ; j'eus donc à analyser cette dernière et la stratigraphie du Néogène (J.P. JACQUIN, 1968 b).

Ces entreprises me conduisirent à étudier soigneusement la base du Néogène et à visiter tous les affleurements de celui-ci. C'est en me livrant à ce travail que je découvris de minuscules affleurements renfermant des roches qui ne ressemblaient pas du tout aux constituants habituels de la Sierra de Gador. En compagnie de M. DURAND DELGA et J. BOULIN, ils furent reconnus comme Malaguides (M. DURAND DELGA, 1968) et étroitement associés à une unité tectonique que j'appelai unité de Felix. Une cartographie déficiente (mauvaise échelle) et la découverte de matériel ancien à la base de la nappe de Felix me conduisirent à envisager les lambeaux Malaguides de l'Ouest de la Sierra de Gador et l'unité de Felix comme deux domaines d'une même nappe (J.P. JACQUIN, 1968 b). Plus tard, après une visite générale de l'Est du domaine interne en compagnie de M. DURAND DELGA et J. AZEMA, ces affleurements furent réexaminés et une carte détaillée fut levée. Ce nouvel examen me conduisit à réviser cette opinion : les raisons de ce changement seront exposées plus loin.

Ainsi, peu à peu, des solutions pouvaient être proposées aux problèmes tectoniques et il devenait possible de revenir aux minéralisations supportées par un contexte géologique cohérent. Les recherches avaient fait apparaître des différences importantes (associations minéralogiques distinctes) au sein des niveaux minéralisés (J.P. JACQUIN, 1968 a). Il me fallut reprendre en partie l'étude de leur contexte local pour essayer d'éclairer ces différences.

A ce stade enfin, deux possibilités de recherche s'offraient : revenir plus en détail (géochimie, etc ...) sur l'étude des minéralisations ou aller visiter les régions voisines pour avoir des points de comparaison en matière de géologie régionale et de géologie minière. L'expérience m'avait montré que les deux objectifs étaient inconciliables ; le premier était irréalisable sans

(1) " Est mauvais géologue, a dit D. V. NAVILKIN (1956), celui qui étudie des sédiments sans penser constamment au cadre dans lequel ils se sont mis en place". (Etude des Faciès. Conditions géographiques de la formation des sédiments. Trad. B.R.G.M.) et, à ce stade, les horizons minéralisés apparaissaient comme des faciès particuliers de la série triasique régionale.

gros moyens de laboratoire ⁽¹⁾, le deuxième projet avec ses deux aspects inséparables, était plus rentable dans l'immédiat. Une foule de problèmes nouveaux apparut alors, parmi lesquels celui de l'utilisation des minéralisations pour les reconstitutions paléogéographiques se montrait de plus en plus séduisant.

Avant de me lancer dans une tentative de vérifications de ce procédé qui nécessitait de nouvelles et longues campagnes de terrain, il me fallait faire le point sous peine de conserver un certain nombre de données qui pourront être, je l'espère, d'utilité pratique.

C'est cette mise au point de mes travaux de recherches conduits surtout dans la Sierra de Gador que je me propose d'exposer maintenant. La démarche suivie pour la réalisation de cette étude depuis le terrain jusqu'au laboratoire choquera peut-être mais, comme le souligne F. FERNEX (1968), le géologue "ne va pas toujours du général au particulier" et, lorsque j'ai abordé cette terre méconnue (la Sierra de Gador), la poursuite d'un objectif n'a pu être faite que d'allées et venues imposées non seulement par les milieux mais aussi parce que je n'ai pas échappé à cette remarque de C.E. WEGMANN ⁽²⁾ : "Beaucoup de géologues ne peuvent voir que ce que leur équipement mental leur demande de rapporter".



(1) Il me paraissait surtout inutile d'entreprendre seul et aux frais de l'Université une étude fort coûteuse que l'équipe de l'ADARO avait déjà commencée avec l'appui de ses nombreuses compétences et de ses divers laboratoires.

(2) Citée dans la Chronique des Mines et de la Recherche Minière (1967, n° 366).

CHAPITRE II

METHODE DE PRESENTATION DES RESULTATS,

ORGANISATION DES TOMES I ET II.

RESUME DES CONCLUSIONS LITHOSTRATIGRAPHIQUES.

AVERTISSEMENT POUR LA LECTURE DE LA CARTE GEOLOGIQUE .

1 - METHODE DE PRESENTATION DES RESULTATS

1. 1. Organisation du tome I : formations post-nappes et nappes .

Il est classique de présenter une étude régionale en commençant par décrire les formations représentées à partir des étages les plus anciens pour continuer ensuite par les subdivisions stratigraphiques de plus en plus élevées. Cette méthode, convenable lorsqu'il s'agit de régions peu tectonisées ou de séries bien datées, m'a paru peu propice à l'exposé de l'analyse d'un édifice complexe où les données stratigraphiques précises font souvent gravement défaut mais dont la géométrie, par contre, apparaît simple après l'avoir débarrassé des ultimes manifestations tectoniques (d'âge néogène élevé).

Cette géométrie simple, reconnue après l'achèvement de la cartographie, apparaît sur toutes les coupes décrites au Chapitre III (la lecture de celui-ci a été facilitée en introduisant à la fin du Chapitre II un résumé des conclusions lithostratigraphiques). C'est cette simplicité géométrique régionale qui m'a poussé à exposer les résultats comme s'il s'agissait de raconter une dissection et ainsi à décrire d'abord les formations transgressives sur l'édifice de nappes (stratigraphie, faciès, géométrie propre, au Chapitre IV) pour pouvoir ensuite reconstituer la surface antérieure à leur dépôt (Ch. V).

Sous cette surface apparaissent cinq grands éléments tectoniques superposés : les lambeaux malaguides (Ch. VI), la nappe de Felix (Ch. VII), la nappe de Gador (Ch. VIII), la nappe de Lujar (Ch. IX) et enfin l'Ensemble Névalo-filabride (Ch. X) qui sont décrits successivement dans cet ordre : du sommet vers la base de l'édifice de nappes.

A la fin de chacune de ces descriptions, des synthèses partielles sont tentées à propos des problèmes particuliers aux nappes dans le cadre de la Sierra

de Gador ; quand cela est possible, les extensions latérales de l'élément sont examinées (dans le but final de relier la géologie de la Sierra de Gador à une enveloppe plus vaste, en procédant par étapes successives suivant le modèle des synthèses étagées de P. ROUTHIER (1969) ; les rapports géométriques avec le support (ou les supports) sont étudiés et enfin, une comparaison de sa constitution avec celle de l'élément précédemment décrit est tentée. Finalement, chaque nappe étant reconnue comme telle et les rapports géométriques et de constitution lithostratigraphique de chaque nappe avec ses voisines (supérieure et inférieure) étant éclairés, des comparaisons sont tentées avec le domaine occidental voisin (Ch. XI). Enfin, chap. XII, une interprétation de l'histoire régionale est proposée.

A partir de cette reconstitution spatiale où figurent toutes les données qui ont pu être tirées de l'analyse et dont le contexte régional est connu, le problème de la mise en place des nappes est abordé en passant par l'étude de modèles (Ch. XII).

Pour le lecteur qui le désirerait, l'examen du Tome I peut être effectué en suivant le sens de l'histoire régionale ; il faudra lire dans ce cas les différents chapitres dans l'ordre suivant :

- 1 description des séries des nappes dans les chapitres X, IX, VIII, VII, VI ;
- 2 tectonique tangentielle (au sens large) dans le chapitre XII ;
- 3 description de la paléogéographie anté-miocène au chapitre V ;
- 4 description des séries miocènes et tectonique post-nappe aux chapitres IV et V ;
- 5 description détaillée de la géométrie actuelle de la Sierra de Gador au chapitre III.

1. 2. Organisation du tome II : géologie minière.

Dans le cadre précisé au cours du Tome I, la plupart des minéralisations étudiées se situent au sein de la nappe de Gador et, comme on le verra, elles s'inscrivent dans des cadres paléogéographiques et lithologiques très particuliers nécessitant la description détaillée des formations encaissantes. Pour ne pas séparer l'étude du cadre de celle des minéralisations, et ne pas alourdir ce mémoire, une grande partie des descriptions qui auraient dû être données au chapitre VIII par exemple, ont été repoussées au Tome II.

Les minéralisations sont décrites dans chacune des nappes reconnues dans le Tome I et interprétées dans leur cadre particulier puis elles sont utilisées pour tenter de résoudre les problèmes paléogéographiques soulevés à la fin de la première partie.

On trouvera au début du Tome II une explication plus détaillée de sa présentation et de son but.

2 - RESUME DES CONCLUSIONS LITHOSTRATIGRAPHIQUES

L'achèvement de la cartographie et du levé de coupes lithologiques a permis de définir une série lithostratigraphique complète pour chacun des éléments structuraux reconnus sous le Néogène post-nappe.

NEOGENE POST - NAPPES (TRANSGRESSIF)	CYCLE III (TORTONIEN)	Série détritique	SOMME
--	--------------------------	------------------	---

? Ce signe indique que l'on ne sait pas jusqu'où va la série (Trias complet ou non).

Tableau I. — Résumé des conclusions lithostratigraphiques.

Schématiquement, de façon à permettre au lecteur d'aborder plus facilement la lecture du chapitre suivant, j'ai résumé le contenu de ces séries en allant de l'unité tectonique inférieure à l'unité supérieure. (Tableau I).

3 - AVERTISSEMENT POUR LA LECTURE DE LA CARTE GEOLOGIQUE. NOMENCLATURE. SIGNES CONVENTIONNELS.

Devant la carence de restes paléontologiques véritablement utiles dans le matériel des nappes, j'ai dressé une CARTE DES GROUPES DE FACIES, sans leur attribuer sur ce document aucune correspondance stratigraphique.

Au cours des descriptions de séries, on verra en quoi il consistent exactement. Il faut retenir toutefois, dès maintenant, qu'ils ont été représentés par les signes suivants, concernant le matériel ancien et la série Permo-triasique des nappes de Gador et de Felix (Tableau II).

Sommet

↑ t3 { calcaires et calcaires marneux supérieurs t2 { t2b dolomies t2a calcaires marneux t1 { t1c quartzites t1b gypse t1a phyllites	Nappes de Gador et de Felix	? ? ↑ Trias — ? — Permo- Werfénien
↓ Mb Micaschistes à biotite surtout, toujours déformés et altérés		

? Limite imprécise

Tableau II. — Nomenclature des faciès.

Lorsqu'il n'a pas été possible de distinguer certains faciès comme par exemple lorsque je n'ai pu attribuer des roches carbonatées soit à t2a, soit à t2b, soit à t3, sur la carte, j'ai utilisé le signe t2 ou t2-3 (c'est le cas à l'W de la Sierra de Gador et dans la nappe de Lujar).

Lorsqu'il n'était pas possible de représenter des variations de faciès rapide au 1/100.000^e (pour des causes diverses), j'ai adopté le signe tla-c, comme par exemple au N.E. d'Adra. Pour l'Ensemble malaguide, aucun signe conventionnel particulier n'a été utilisé. Pour les Névado-Filabrides, j'ai retenu les signes suivants :

- Ma : marbres peu métamorphiques rappelant parfois les faciès alpujarrides du Trias carbonaté ;
- Mf : marbres riches en fer ;
- M : micaschistes.

Pour le Néogène, l'ensemble a été cartographié en séparant le terme Mc (conglomérat à éléments de roches volcaniques) et Ms (Miocène supérieur) représentant les séries sédimentaires dont le détail est donné au chapitre IV.

Toutes les formations plus récentes que le Néogène : Pliocène (?) local, alluvions et croûtes ferrugineuses quaternaires notamment et alluvions récentes ont été groupées sous le signe Q.



CHAPITRE III

LA GEOMETRIE REGIONALE

*« La géométrie d'abord, la
paléogéographie ensuite »*

*R. TRUMPY (1963), au cours
d'une excursion dans les
chaines bétiques.*

1 - INTRODUCTION

Avant d'aborder la description des séries appartenant à l'édifice de nappes et aux dépôts transgressifs postérieurs, il est nécessaire de familiariser le lecteur avec leur disposition actuelle dans l'espace. Pour atteindre ce but, il m'a paru bon de constituer un chapitre ne renfermant pratiquement que des dessins, plus rapidement assimilables que de longues descriptions.

La série de coupes proposées sur les planches III à X sont autant d'itinéraires que le lecteur pourra parcourir lui-même, rapidement, à travers le massif étudié et ses abords. A la fin du parcours, il aura, je l'espère, la vue dans l'espace de deux éléments régionaux importants présentés sur deux planches :

- disposition spatiale, actuelle, des nappes de Lujar et de Gador (Pl. XI) ;
- disposition spatiale, actuelle, du Néogène (Pl. XII).

L'ensemble de ces coupes est à cette étude régionale ce que sont des pages de résultats d'analyse à une étude pétrographique, il m'a paru indispensable de n'offrir ici au lecteur que celles qui ont pu être dépouillées au maximum d'interprétations douteuses.

Un commentaire, aussi bref que possible, aidera à la lecture des coupes ⁽¹⁾ groupées hors-texte. A la fin de ce chapitre, aucune conclusion ne sera tirée. Les interprétations seront exposées en partie à la fin de chacun des chapitres suivants puis, à la fin du premier tome, je rassemblerai les conclusions qui ont pu être tirées à l'échelle régionale.

(1) La dimension des coupes, capitale à la fois pour la vue d'ensemble, pour la représentation des détails, et rendue obligatoire pour l'homogénéité des échelles, ne m'a paru pouvoir être réduite au-dessous du 1/50.000^e (échelle pour laquelle était prévu le levé géologique). Peut-être en pâtissent-elles du côté pratique ? Je prie le lecteur de bien vouloir excuser ce défaut difficilement évitable en pareil cas. Par contre, leur mobilité permet de les garder sous la main pour suivre les descriptions locales et les replacer ainsi dans un contexte plus vaste.

2 - COMMENTAIRE DES PLANCHES HORS-TEXTE (Coupes géologiques, etc ...)

La lecture des coupes géologiques sera grandement facilitée en gardant la carte au 1/100 000 e toujours à la portée du regard : la majorité des coupes y est repérée.

PLANCHES II a, b, et c.

Carte géologique de la Sierra de Gador et de ses bordures. (Détail des rapports entre les lambeaux malaguides et les autres unités). Schéma structural. (Groupées sur la même feuille).

Dans le polygone ayant pour sommets approximatifs Ugijar - Adra - Almeria - Gador - Beires - Laujar de Andarax, cinq unités tectoniques sont superposées, de haut en bas.

- 1 - L'Ensemble malaguide affleurant dans des lambeaux de petite taille, dans l'W des secteurs cartographiés ;
- 2 - la nappe de Felix, représentée dans des klippes d'extension variable ;
- 3 - la nappe de Gador : la plus largement représentée ;
- 4 - la nappe de Lujar qui n'affleure qu'à l'W de la région étudiée ;
- 5 - les Névado-Filabrides affleurant au Nord dans la Sierra Nevada.

L'édifice de nappe ainsi constitué est affecté par une tectonique souple et cassante postérieure à la tectonique tangentielle. Cette tectonique conduit à la formation de structures plissées et faillées, compliquant localement l'ordre primitif de superposition.

Cette tectonique affecte non seulement l'ensemble de nappes mais aussi, localement, les dépôts transgressifs néogènes.

Une série de coupes a été tracée à travers les différentes formations allochtones et autochtones). Elles figurent sur les planches : III, IV, V, VI, VII, VIII, IX et X).

PLANCHE III.

Coupe I : Trois grandes failles subverticales d'orientation SW-NE affectent la nappe de Gador et la nappe de Felix, les rejets dépassent la centaine de mètres. La nappe de Felix n'est conservée que dans de petits affleurements mis à l'abri de l'érosion dans des compartiments affaissés, (ce phénomène est fréquent sur la terminaison orientale de la Sierra de Gador).

Coupe II : La nappe de Felix repose sur l'ensemble t3 de la nappe de Gador où ont été trouvés des bancs à Myophories. L'ensemble est recouvert par le Néogène transgressif à léger pendage N.

Coupe III : La nappe de Felix repose sur t2 et t3 de la nappe de Gador. Le contact est incliné vers le N, plissé, comme le Néogène post-nappe, transgressif. Le Néogène marno-calcaire est recouvert par une série argilo-détritique à léger pendage N.

PLANCHE IV.

Coupe IV : à travers la zone des écaillés d'Alhama de Almeria, là où le Néogène transgressif est pincé en synclinal couché. La nappe de Gador dessine un synclinal dont le bord méridional est déversé et le bord N écaillé. A l'intérieur de cette structure, la nappe de Felix est elle-même plissée et écaillée avec une disharmonie importante entre la semelle de phyllites⁽¹⁾ et la couverture dolomitique.

Au N de la coupe s'amorce le synclinal de Néogène séparant la Sierra de Gador de la Sierra Nevada.

Coupe V : Sur la moitié méridionale de la coupe, la nappe de Gador supporte les lambeaux de Felix et la klippe d'Enix.

Le Néogène transgressif pend légèrement vers le S. La coupe passe là où le contact de la nappe de Felix sur la nappe de Gador est peu affecté par la tectonique post-nappe, au N des lambeaux d'Enix.

Sur la moitié N de la coupe, la nappe de Gador est encore affectée par les accidents de la zone d'Alhama. Ici, les dolomies de la nappe inférieure viennent chevaucher les phyllites de la nappe supérieure.

Coupe VI : La bordure déversée méridionale du synclinal de nappe est devenue chevauchement franc (¶1) et celui-ci atteint ici son amplitude majeure. Plus au N, les complications cassantes du flanc septentrional du synclinal s'amortissent : il ne subsiste que des coins de phyllites pincés entre les masses carbonatées de la Nappe de Gador.

(1) J'utilise ce terme éminemment impropre mais très parlant pour les géologues travaillant dans les chaînes bétiques pour désigner tout ou partie de l'ensemble appelé t1 : la série des schistes plus ou moins quartzeux épimétamorphiques attribuables au Permo-Werfénien.

Coupe VII : On retrouve ici les mêmes phénomènes que sur la coupe précédente. Au N de $\varphi 1$, le contact de la nappe de Felix sur la nappe de Gador est partiellement masqué par ce Néogène. Au N de la coupe; il ne subsiste plus que quelques dizaines de mètres de phyllites et de quartzites entre deux masses carbonatées de la nappe de Gador. Cette disposition en redoublement local explique la puissance apparemment considérable de la série triasique, vue de la route Alhama-Canjayar, juste au-dessus du village d'Alicun.

PLANCHE V.

Coupe VIII : Elle illustre la situation d'un lambeau de la nappe de Felix, perché sur les calcaires de la nappe de Gador : celui de la Maison Forestière des Peñones de Tremendo, au SSE de Canjayar et sur la bordure du plateau central de la Sierra de Gador.

Coupe IX : Cette coupe va du versant méridional de la Sierra de Gador (environs de Los Bartolos) au flanc sud de la Sierra Nevada (près de Ohanes). Elle illustre l'allure anticlinale dissymétrique de la nappe de Gador, dont le flanc N très redressé domine le synclinal de Canjayar. Ce vaste anticlinal est affecté dans sa partie centrale par des failles en relais orientées SE - NW (φ) toujours voisines de la verticale. Le flanc méridional du synclinal de Canjayar, très redressé, comme plus à l'E près d'Alicun et d'Alhama n'est probablement pas faillé comme on pourrait être tenté de l'interpréter (aucun argument sur le terrain ne permet de tracer ici un grand accident). Sur le versant N de ce synclinal, le dessin a été simplifié.

Coupe X : Très oblique sur la bordure N de la région étudiée, cette coupe va du plateau central de la Sierra de Gador au pied méridional de la Sierra Nevada (environs du Pago de las Paces) où la nappe de Gador est encore bien représentée par sa série carbonatée. Elle recoupe l'extrémité orientale du synclinal néogène de Canjayar. Au Pago de las Paces, l'Ensemble malaguide est représenté par des grauwackes primaires et un poudingue rouge (Permien) dans une boutonnière ouverte par l'érosion dans le Néogène marneux.

Les coupes de la planche X fournissent des détails supplémentaires sur la disposition géométrique complexe des secteurs situés un peu à l'E de la terminaison septentrionale de cette coupe.

PLANCHE VI.

Coupe XI : Elle va de la route El Ejido - Dalias (km. 14.5) au N de Laujar de Andarax (flanc sud de la Sierra Nevada) en traversant toute la Sierra de Gador et la dépression de la Alpujarra.

Au S, on a supposé qu'il pouvait exister des lambeaux de la nappe de Felix cachés par ces récents dépôts de piémont. Sur le flanc méridional de la Sierra de Gador apparaît un grand accident chevauchant conduisant à un redoublement de la nappe de Gador. On pourra suivre son apparition et son évolution sur d'autres coupes (Pl. VI, VIII et IX).

Au N, la dépression de la Alpujarra apparaît comme un large synclinal au bord S affecté de failles normales.

Coupe XII : Entre La Añeca et le Rio de Alcolea elle recoupe le massif situé entre Adra, Berja et El Ejido puis la dépression de Berja et longe ensuite le versant occidental de la Sierra de Gador, pour s'arrêter au S du bassin d'Ugijar.

Près de la route Berja - El Ejido, elle recoupe le chevauchement interne affectant la nappe de Gador. Entre Los Carrillos et Le Llano de Chiran, elle traverse la dépression occupée par des témoins rattachés à la nappe de Felix, surmontés localement par des lambeaux malaguides (BM) et du Néogène (celui du synclinal de Las Almagreras-Castala). On a supposé que la nappe de Lujar est encore présente ici, sous la nappe de Gador.

Plus au N, la coupe traverse encore un ensemble comprenant des éléments appartenant à la nappe de Felix et aux Malaguides (Pago del Barranco de los Caballos : voir coupe sensiblement perpendiculaire à celle-ci sur la fig. 42, chap. VI). Localement, nappe de Gador et nappe de Felix sont affectées par des accidents récents rappelant ceux de l'Est de la Sierra : ils peuvent conduire au chevauchement de t2 de la nappe de Gador sur t3 de la nappe de Felix.

A l'extrême N, on a représenté un témoin de la nappe de Felix sous le remplissage néogène pour rappeler que cet élément existe dans ce synclinal : il affleure bien sur sa bordure septentrionale.

PLANCHE VII.

Coupe XIII : Elle illustre le style de complications observées dans la nappe de Gador, au SE de la fenêtre de Turon.

Du NW au SE, la coupe traverse :

- une partie de la nappe de Lujar (série carbonatée)
- une masse de phyllites au sein de laquelle j'ai supposé qu'il existait des micaschistes, d'après ce qu'on observe un peu à l'W, dans la vallée du Rio Grande de Adra. Elle est surmontée par sa masse carbonatée (t2). L'ensemble appartient à la nappe de Gador.

- une deuxième masse de phyllites et de roches carbonatées appartenant à la nappe de Gador ; c'est le prolongement de la masse chevauchante déjà observée au S du Pecho-Cuchillo (coupe XI) et plus à l'E, à la Fuente Alta ;

- sur la nappe de Gador repose un lambeau de la nappe de Felix, près de La Añeca.

Coupe XIV : à l'E de la nappe de Lujar, affleurant dans la fenêtre de Turon, la coupe traverse une zone effondrée, empruntée par la route Berja - Ugijar dans laquelle subsiste un témoin de la nappe de Felix abaissé entre deux failles, au niveau des phyllites de la nappe de Gador. Entre le sommet dit Bellica et la Barriada de Castala, le tracé recoupe le synclinal néogène de Las Almagreras - Castala renfermant probablement à sa base des lambeaux de la nappe de Felix qui affleure sur ses bordures SE, E et NE. La coupe escalade ensuite le versant occidental de la Sierra de Gador où la série carbonatée renferme des intercalations de roches vertes et localement, le long de la route conduisant à la Estrella, du gypse interstratifié dans les faciès t₃. A l'W de la Estrella, on distingue un des aspects de la structure plissée locale.

PLANCHE VIII.

Coupe XV : Elle traverse la Sierra de Gador en entier, d'W en E, du Rio Grande de Adra (un peu au Sud de Lucañena) jusqu'aux anciennes mines de Gador. On a supposé que la nappe de Lujar était encore présente à l'W, sous la nappe de Gador. A l'W et à l'E, la nappe de Felix affleure dans plusieurs lambeaux.

D'W en E, elle recoupe obliquement l'accident chevauchant tardif du Llano de Lucañena (déjà vu sur la coupe XII, Pl.VI), puis les grands accidents cassants de la bordure occidentale et du centre de la Sierra et enfin, très en oblique le chevauchement tardif au bord S du synclinal de la nappe d'Alhama de Almeria et les écailles au centre de ce même synclinal.

A l'W, la nappe de Felix repose sur les faciès t₂ et t₃ de la nappe inférieure, à l'E, sur les faciès t₃.

La série lithostratigraphique de la nappe de Gador augmente d'épaisseur d'E en W. A l'Est, elle renferme des faciès calcaires marneux (t_{2a}) qui n'existent pas à l'W.

Coupe XVI : Comme la précédente, mais plus au S, elle traverse complètement ce massif, d'W en E.

A l'W apparaissent d'abord la fenêtre de Turon où affleure la nappe de Lujar puis la zone d'effondrement déjà vue sur la coupe XIV avec un compartiment conservant les phyllites et les chicots dolomitiques de la nappe de Felix. La coupe traverse ensuite le synclinal néogène de las Almagreras-Castala et le réseau de failles affectant le versant occidental de la Sierra de Gador. Plus à l'Est, elle recoupe deux fois l'accident chevauchant conduisant au redoublement de la nappe de Gador. Cette double intersection est due à l'existence de deux failles postérieures à la naissance du chevauchement.

Dans sa partie orientale, cette coupe traverse un lambeau de la nappe de Felix un peu au N de ce village puis la klippe d'Enix abaissée à son bord nord jusqu'au niveau des faciès, t2 de la nappe de Gador.

A l'Est, la nappe de Gador plonge doucement vers l'axe de la vallée du Rio Almeria, sous le Néogène transgressif.

D'E en W, la série lithostratigraphique de la nappe de Gador est de plus en plus puissante. Comme sur la coupe précédente, les faciès, t2a ne sont représentés qu'à l'E.

A l'E, la nappe de Felix repose sur les faciès t3 de la nappe de Gador. A l'W, la nappe de Felix repose sur des horizons plus bas (stratigraphiquement) : t2b. Entre cette coupe et la coupe précédente, au lieu-dit la Loma la Puerca, l'obliquité du contact (Nappe de Felix sur Nappe de Gador) par rapport aux formations de cette dernière s'observe parfaitement.

PLANCHE IX

Coupe XVII : Cette coupe escalade le versant méridional de la Sierra, un peu à l'E du Pecho Cuchillo. La construction de sa partie méridionale a été facilitée par l'existence d'une galerie de recherche d'eau qui pénètre jusque dans les phyllites et les quartzites de t1 (la figure recoupe très obliquement cette galerie, au niveau du contact t1/t2).

Des accidents cassants font réapparaître les niveaux t2 au lieu-dit Mina del Maricho. Un peu plus au N, t1 de la nappe de Gador repose sur les faciès t3 du bloc septentrional de la même nappe.

Entre cette coupe et la coupe XVI, l'amplitude du chevauchement tardif de la Nappe de Gador sur elle-même a augmenté rapidement.

Coupe XVIII : Elle passe plus à l'E que la précédente et montre le début de l'accident affectant la nappe de Gador, responsable du chevauchement plus occidental.

Coupe XIX : Entre Aguadulce et le secteur des anciennes mines de Bene-hadux, cette coupe traverse l'extrémité orientale de la Sierra de Gador. Ici, n'affleure que la nappe de Gador, découpée par les failles SE - NW. La présence de phyllite sous les faciès t2 est déduite des observations effectuées un peu à l'W de la partie médiane de cette coupe, à la Fuente de la Higuera (voir Pl. III).

Au SW, on a supposé que les faciès t2 étaient représentés sous la mer en tenant compte des accidents observables le long de la côte, entre Aguadulce et Almeria.

PLANCHE X

Les coupes numérotées 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 sont orientées approximativement SN et correspondent ainsi à des plans grossièrement parallèles se succédant d'E en W, de part et d'autre de la route Canjajar - Fondon.

Ces coupes traversent chacune une partie de la dépression de l'Alpujarra, là où elle est la plus étroite et où le recouvrement post-nappe est le plus réduit entre ce qui appartient à la Sierra de Gador au Sud et ce qui relève du flanc de la Sierra Nevada, au N. C'est dans cette zone que l'on voit le plus clairement la nappe de Gador franchir l'Alpujarra pour grimper sur les Névado-Filabrides affleurant plus au N, directement sous elle (environs des mines de Beires).

PLANCHE XI

Reconstitution dans l'espace de la nappe de Gador. La nappe de Gador représente l'armature structurale de la Sierra de Gador. Elle repose à l'W sur la nappe de Lujar, affleurant dans la fenêtre de Turon. Au N, elle s'appuie sur les Névado-Filabrides de la Sierra Nevada (supprimés sur le schéma).

La nappe de Gador est recouverte par la nappe de Felix, par des lambeaux malaguides et par des formations transgressives néogènes : ces trois éléments ont été enlevés.

La nappe de Gador est représentée par l'épaisseur totale de sa série qu'on a supposée régulière pour faciliter le dessin.

Pour pouvoir représenter plus d'éléments géométriques, la perspective a été déformée : en particulier pour faire apparaître les grandes failles SE-NW au centre de la Sierra, le chevauchement allant de la Fuente Alta à la Alqueria et la structure complexe du synclinal de nappe de Alhama de Almeria. Tous les éléments géométriques ont été quelque peu exagérés. En fait, ce schéma n'est donc qu'une caricature de la nappe de Gador au sein du domaine étudié.

L'orientation peu conventionnelle du schéma a été imposée par la géométrie actuelle ; la forme anticlinale dissymétrique de la nappe de Gador aurait masqué toute la dépression bordière septentrionale si l'on avait dirigé le Nord vers le haut de la page, comme on a coutume de le faire.

Un simple coup d'œil sur ce schéma permet de situer bon nombre des problèmes qu'il faudra tenter de résoudre dans les chapitres suivants et concernant plus particulièrement le sens de mise en place des nappes, la répartition et la nature des déformations contemporaines ou postérieures à cette mise en place, la présence de déformations antérieures, éventuellement conservées, l'âge des déformations, la répartition des déformations appartenant à une même famille, etc

Il m'a paru que la meilleure façon de procéder consisterait à étudier successivement toutes les formations de l'édifice des nappes, après avoir tiré de l'étude du Néogène et de ses déformations une image débarrassée de la tectonique la plus récente. C'est le plan qui va être suivi.

PLANCHE XII

Reconstitution en volume du Néogène de la Sierra de Gador et de ses bordures.

Ce schéma est en gros superposable au précédent. Il illustre la répartition spatiale de formations néogènes représentées sur le secteur étudié et montre l'existence des zones suivantes :

- au S, un Néogène à pendage léger et régulier vers le midi ;
- au centre, une zone à Néogène tabulaire affecté par les failles NW-SE ;
- à l'E, une auréole néogène périanticlinale ;
- au N, les synclinaux de Canjajar et d'Ugijar, pincés entre Fondon et Almocite ;
- à l'E et à l'W, en arrière de ces synclinaux, deux régions de plissements aigus : la zone des écaillés d'Alhama et le synclinal pincé au N de Darrical.
- à l'W, au pied de la Sierra de Gador, le brachy synclinal de las Almagras Castala.

L'analyse du contenu lithostratigraphique de ces affleurements permettra de reconstituer une surface anténéogène, avant d'aborder l'étude des constituants de l'édifice de nappe.

PLANCHE XIII

Directions tectoniques relevées dans la série carbonatée de la nappe de Gador.

Les directions de couches relevées dans les calcaires (t3) et les dolomies (t2b) de la nappe de Gador (sur des secteurs dispersés à travers la Sierra) ont été regroupées sur un graphique qui montre l'existence de directions majeures oscillant autour de EW et de N 40 E. Une troisième direction (SSE - NNW) apparaît, de moindre importance.

L'interprétation de ces directions est donnée dans les chapitres VIII, XI et XII).



CHAPITRE IV

HISTOIRE POST-NAPPES DE LA REGION ETUDIEE

INTRODUCTION

Les séries néogènes affleurant dans la Sierra de Gador et sur ses bordures reposent sur tous les éléments de l'édifice de nappes ; leur puissance est très variable ; elles sont plus ou moins intensément tectonisées et trois ensembles sédimentaires y ont été identifiés.

L'étude détaillée de ces séries (planche XIV) fait l'objet d'une publication à part ⁽¹⁾. Je ne retiendrai ici que la description rapide des coupes nécessaires à la compréhension des phénomènes sédimentaires et tectoniques néogènes.

L'analyse du contenu lithologique et paléontologique de ces séries va permettre de distinguer plusieurs séries sédimentaires d'âge Miocène et de préciser l'existence d'une importante phase tectonique intratortonienne. Finalement, il sera possible de reconstituer l'histoire récente de la région et de reconstituer une paléogéographie antérieure à la transgression Miocène (Chap. V).

1 - DESCRIPTION de QUELQUES COUPES CARACTERISTIQUES

L'aspect actuel et la localisation des formations néogènes sont donnés par la planche XII. De leur étude complète, je ne retiendrai ici que la description des séries reconnues dans les secteurs suivants (Pl. XIV) :

- environs de Vicar et du Cerro de Los Lobos ;
- coupes du Llano de Alamo, des écaillés d'Alhama et des environs des mines de soufre de Gador ;

(1) Publication réalisée en collaboration avec MM. J. MAGNE et J. P. MARGEREL. Les résultats de l'étude des microfaunes sont dus à l'extrême amabilité et à la grande compétence de M. J. MAGNE.

- Néogène des environs de Benehadux ;
- Coupe de la Rambla de Indalecio ;
- Coupe de la Serrata del Pueblo ;
- Coupe du Km 10 de la route Alhama - Canjayar ;
- Néogène de la bordure NW de la Sierra de Gador ;
- Néogène du synclinal de Las Almagreras-Castala.

1.1 Néogène de Vicar et du Cerro de Los Lobos (versant méridional de la Sierra de Gador)

Dans un triangle dont les côtés englobent le village de Vicar et passent par le carrefour des routes de Felix et Enix puis près d'Aguadulce (fig.5), le Néogène renferme deux formations superposées, de bas en haut :

1. Un conglomérat dont la base n'est pas visible, (voir pl. XV)
2. une série détritique puis calcaire, transgressive sur le conglomérat et sur les phyllites et les dolomies de la nappe de Felix.

Le conglomérat, déjà connu de J. WESTERVELD (1929), n'affleure qu'en ce point de la région étudiée. L'ensemble supérieur a été retrouvé ailleurs : entre les cotes 200 et 800, jusqu'au delà d'El Ejido, à l'W ; à 800 m d'altitude, un peu à l'E du village d'Enix, où il repose sur un lambeau de la nappe de Felix et bute par l'intermédiaire d'une faille subverticale contre les dolomies de la nappe de Gador ; enfin, le long de la côte, entre Aguadulce et Almeria, il en subsiste de rares témoins suspendus au-dessus des falaises. Au-delà d'Almeria, cet ensemble prend à nouveau un grand développement le long du versant oriental de la Sierra.

1.1.1. Le conglomérat de Vicar

Il s'agit d'une formation dont la base n'est pas visible mais qui dépasse la centaine de mètres de puissance (Pl. II; fig. 6b). Son ciment ocre, calcaire, très finement grenu, contient des coquilles de Pectinidés toujours brisées. Les galets et blocs arrondis qu'il renferme ont été cimentés en milieu marin (niveau 4 de la figure 6b).

Les éléments sont tous très bien arrondis mais non calibrés. La formation ne montre pas de stratification : ni majeure, ni mineure ; sans aucun ordre, les galets voisinent avec des blocs usés dont le diamètre dépasse souvent 50 cm. A sa partie supérieure seulement, le conglomérat montre, sur deux à trois mètres, une granulométrie relativement homogène et, ici, contrairement à ce qui est observable dans la partie plus inférieure, les galets ne sont pas exclusivement de nature éruptive : on y trouve des galets de quartzite et de dolomie d'origine alpujarride (niveau 5 de la fig. 6b).

A la partie supérieure du conglomérat, il y a donc mélange de deux apports provenant d'une source alpujarride, d'une part et de la démolition de matériel volcanique, de l'autre. En-dessous de ce niveau, les éléments sont tous de nature volcanique.

Parmi ces derniers éléments dominent les galets et blocs formés par une roche de teinte rougeâtre constituée par une pâte et des phénocristaux de plagioclase et plus rarement de minéraux ferro-magnésiens. Les plagioclases sont basiques (An voisin de 55 %) et les ferro-magnésiens très altérés (presque toujours totalement oxydés) sont d'anciens cristaux allongés de pyroxène et d'amphibole. Les plagioclases sont moins altérés mais leur partie centrale est souvent occupée par de la calcite, de la calcédoine, une chlorite et peut-être de l'alunite. A leur périphérie, ces plagioclases renferment des inclusions isotropes. Dans la roche, les quartz, corrodés, sont assez rares. La pâte rougeâtre, totalement dévitrifiée mais très finement cristalline, est indéchiffrable au microscope ; elle renferme une abondante pigmentation ferrugineuse.

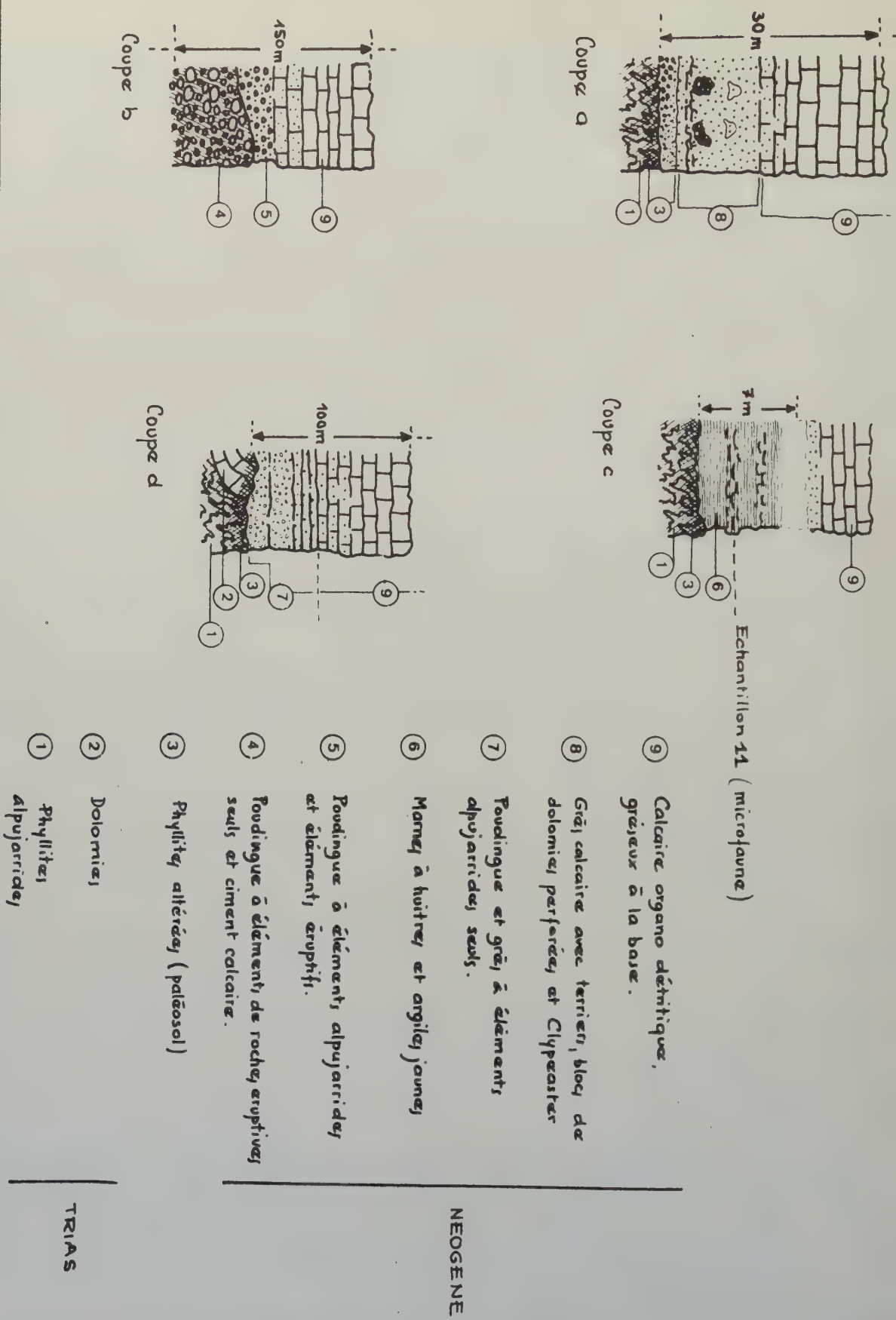
Les caractères de cette roche qui prédomine dans les galets et blocs peuvent être rapprochés de ceux des roches décrites à l'W de la chaîne volcanique du Cabo de Gata par A. PAEZ et C. SANCHEZ (1965). Il s'agit d'une andésite ou d'une dacite présentant le type d'altération appelé "rodalquilarisation" ⁽¹⁾ par ces mêmes auteurs.

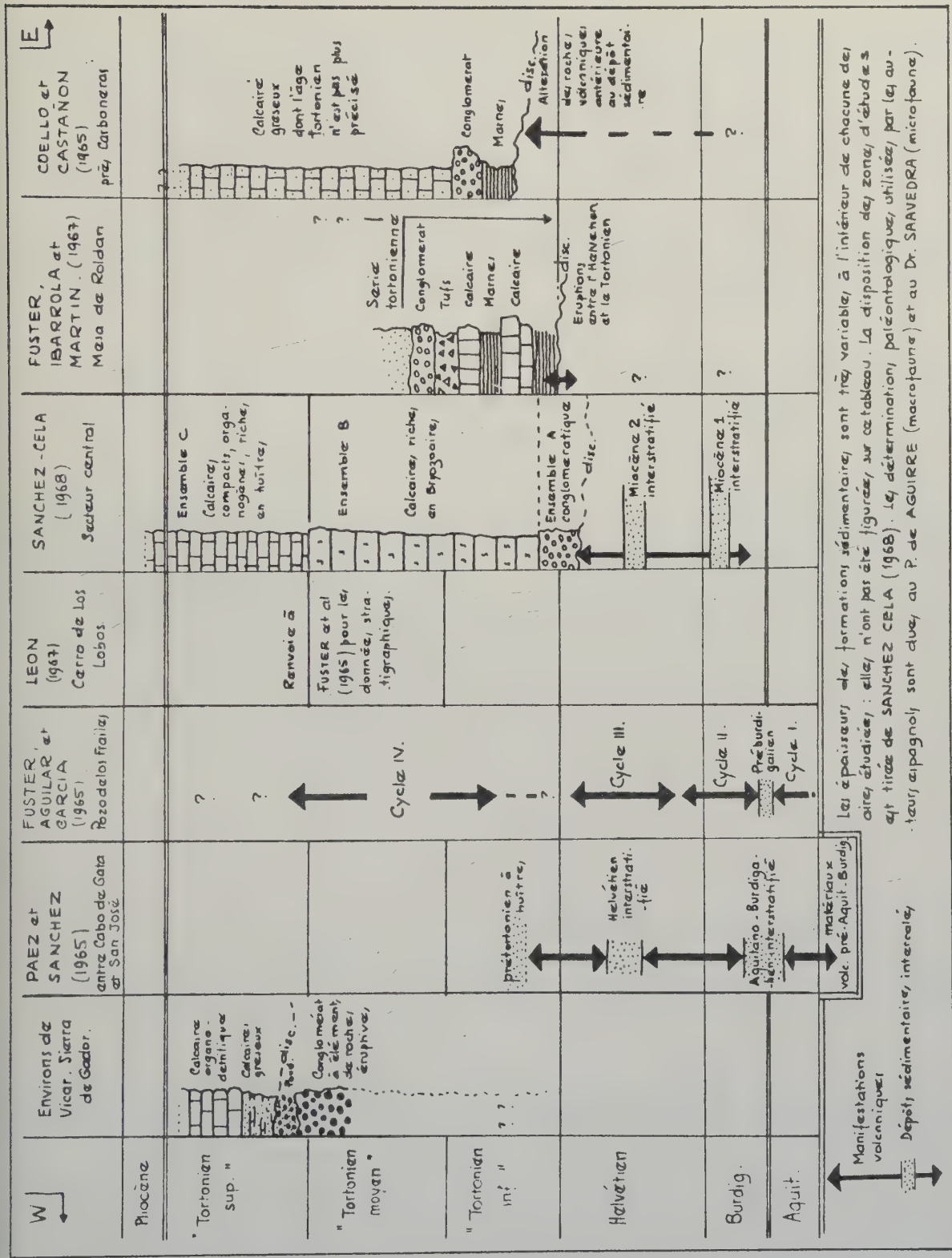
La présence de ce conglomérat au pied méridional de la Sierra de Gador appelle quelques remarques au sujet de son origine et de son âge possible.

Les éléments sont altérés, tous roulés. Ils ont donc été transportés. Le ciment est marin. La nature des éléments rappelle très exactement les roches éruptives en place du volcanisme du Cabo de Gata, dont les premiers affleurements se situent à plus de 30 km, à vol d'oiseau. Il ne fait guère de doute que ces matériaux proviennent d'une source analogue qui pourrait être les appareils volcaniques détectés par G. GIERMANN et al. (1968), plus proches, situés au S, en Mer d'Alboran (fig. 7). Ou bien, il pourrait s'agir d'une source plus proche encore, masquée par la mer actuelle ou par les formations récentes de la plaine de Roquetas de Mar : le prolongement de l'alignement volcanique du Campo de Nijar ou des manifestations isolées comme celle du Hoyazo (ancien volcan situé près de Nijar).

(1) "Rodalquilarisation" : nom tiré de la localité de Rodalquilar (Almeria) déjà connue par ses mines d'or. Cette "rodalquilarisation" comprendrait des processus d'hydratation, de sulfuration, de carbonatation, de silicification, d'oxydation et de contamination potassique des plagioclases. Il s'agirait de processus pneumatolytiques à hydrothermaux post-volcaniques, voisins de la propylitisation (J. JUNG, 1958). Dans le cas des roches de Rodalquilar, le phénomène a été également étudié par W. LODDER (1966).

Fig. 6. — Versant méridional de la Sierra de Gador. — Coupes a et b : à l'Est du village de Vicar. Coupes c et d : au Nord-Est du village d'Aguadulce.





— Données lithologiques et stratigraphiques sur les formations volcaniques et sédimentaires de la chaîne du Cabo de Gata. Tableau constitué à partir de données réparties dans les publications du laboratoire de pétrographie de l'Institut "Lucas Mallada", de Madrid. Les âges donnés par ces auteurs peuvent faire l'objet d'une remarque générale : pour qu'ils soient considérés comme certains, il faudra attendre l'accord complet des micropaléontologistes et des stratigraphes au sujet de ces étages qui posent encore beaucoup de problèmes.

Tableau III

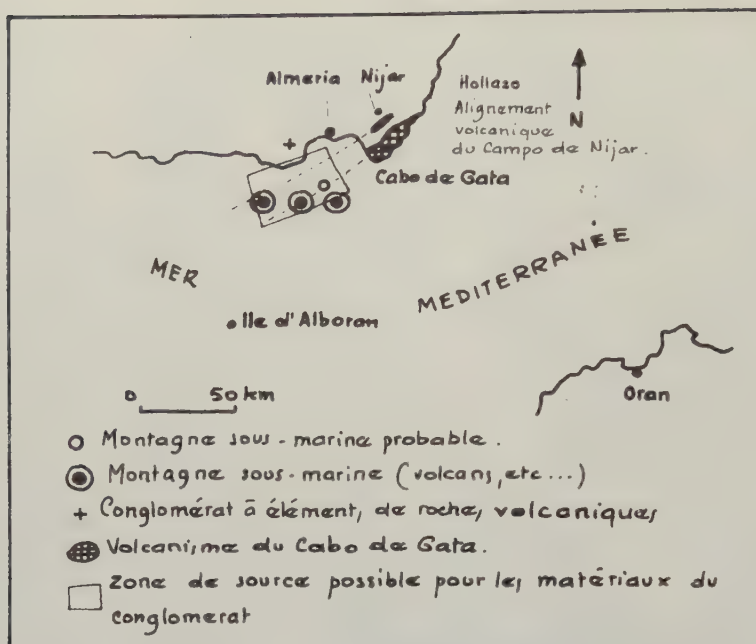


Fig. 7. — Origine des galets volcaniques du conglomérat de Vicar.

- D'après les données et la carte de G. GIERMANN et al. (1968).

Pour tenter de donner un âge à ce conglomérat, il est nécessaire de connaître l'âge des manifestations volcaniques de la chaîne du Cabo de Gata. Une première référence traite du sujet : B. MELENDEZ et al. (1964) attribuèrent à l'Helvétien ou au maximum au Tortonien inférieur les formations marines sédimentaires intercalées dans les andésites du Cabo de Gata (d'après leur macrofaune).

Depuis 1964, de nouvelles études ont été conduites sur le volcanisme par les géologues du laboratoire de pétrographie de l'Institut "Lucas Mallada", de Madrid. Pour les six zones qui firent l'objet de recherches détaillées, j'ai reporté les données stratigraphiques résumées sur le tableau IV. D'après toutes les indications fournies par les

auteurs concernant la nature des émissions, la succession des phases et les types d'altération, la localisation des transgressions marines intercalées (souvent précédées d'érosions importantes) et la nature et le contenu paléontologique des dépôts correspondants, on peut déduire que l'âge du conglomérat de Vicar pourrait se situer à partir du Tortonien inférieur, au plus à la limite de l'Helvétien - Tortonien. A la lumière de ces publications récentes, il semble peu probable que ce conglomérat représente "une partie de l'Helvétien", comme je l'avais supposé (J. P. JACQUIN, 1968).

On va voir que ces conclusions sont parfaitement conciliables avec les résultats tirés de l'étude des formations qui recouvrent en discordance le conglomérat.

1. 1. 2. Le Néogène postérieur au conglomérat (environs de Vicar)

Immédiatement à l'E du village de Vicar, le long de la piste rejoignant la route Roquetas-Alicun, la coupe suivante a été relevée, de la base au sommet (fig. 6a) :

3. Phyllites altérées (matériel argileux rouge) suivies d'un horizon à cailloutis siliceux et dolomitique, puis d'un grès orangé, meuble.

8. Sable, à la base plus ou moins consolidé, surmonté par un horizon renfermant de nombreuses tubulures (grès à ciment calcaire riche en Amphisphingines) puis grès avec dolomies perforées ou Clypeaster remaniés et souvent brisés.

9. De bas en haut : grès calcaire, calcaire gréseux, calcaire jaune ou jaune rosâtre à débris de Bryozoaires, d'algues, de Lamellibranches et d'Echinodermes.

La base de cette coupe, avec un paléosol légèrement remanié (niveau 3) et des faciès littoraux (base de l'horizon 8) illustre un des aspects particuliers de la transgression néogène : le domaine marin envahit l'aire continentale sans que l'érosion ait eu le temps d'en décaper complètement les sols. Cette invasion prend l'aspect d'une lente inondation gagnant d'abord les dépressions où affleurent les phyllites altérées puis noyant les récifs constitués par des paquets de dolomies non érodées. Au S et à l'E, des faciès comparables à ceux des horizons 8 et 9 de la coupe 6a sont transgressifs sur les dolomies et sur le conglomérat à éléments de roches volcaniques.

1.1.3. Le Néogène du Cerro de Los Lobos

Là où le Néogène est le plus complet, sur le versant NE de ce relief, la coupe suivante a été relevée (fig. 6d) ; de bas en haut :

- Substratum alpujarride (1 : dolomies ou calcaires ; 2 : phyllites rouges ou grises — 1 et 2 appartiennent à la nappe de Felix) ; un horizon superficiel d'altération est souvent bien conservé ;
- poudingues et grès à éléments alpujarrides seuls (fragments de phyllites, dragées de quartz, galets de dolomies) à ciment calcaire (horizon 7) ;
- calcaires gréseux et calcaires bio-détritiques (débris d'Algues, en particulier).

L'ensemble calcaire supérieur constitue le sommet du Cerro et pend légèrement vers le SSW. Il réaffleure plus au S, en îlots émergeant au sein des formations de piémont. Sur le flanc E du Cerro, les calcaires sont abaissés jusqu'au niveau de la route par une faille subverticale de direction SSE - NNW puis sensiblement NS. Un peu au N du Cerro, les calcaires sont discordants sur les dolomies de la nappe de Felix et en ce point, fracturés en même temps que ces dernières. Sur les fractures se sont greffés des phénomènes karstiques dont le remplissage (d'âge Pliocène ou Quaternaire) est fait de croûtes calcaires rougeâtres qui emballent des débris de calcaires à algues (km 11,5 de la route Roquetas-Alicun).

Dans la coupe qui vient d'être décrite peut s'intercaler un faciès argileux jaune de quelques mètres d'épaisseur. Il est représenté sur le versant E du Cerro, entre les niveaux 2 et 3 de la coupe et, dans la même position, au Km 9,5 de la route Roquetas-Alicun (fig. 6c). On le trouve encore sur la rive gauche de la Rambla de las Hortichuelas. Dans cette formation, dont le type a été pris au Km 9,5, les marnes renferment un niveau à grandes huîtres (un exemplaire entier mesurant 61 cm de long y a été recueilli) et plus haut un autre niveau à plus petits ostréidés. Le lavage de ces marnes (échantillon n° 11) a fourni des dents, des écailles et vertèbres de poissons, des Foraminifères et des Ostracodes :

a) Foraminifères

Ammonia beccarii inflata
Bulimina elongata subulata
Nonion boueanum
" sp.
" cf *granosum*
Asterigerina planorbis
Reussella spinulosa
Virgulina sp.
Cibicides sp.
Elphidium sp.

b) Ostracodes

Cyprideis maxima Carbonnel
Aurila convexa (Baird)
Quadracythere sulcato-punctata (Reuss).

P. FALLOT et M. GIGNOUX (1926) avaient attribué la coupe du Cerro de Los Lobos au Pliocène mais en remarquant à propos des calcaires à Algues terminaux qu'ils "pourraient être miocènes, bien que ce faciès soit aussi concevable dans le Pliocène". Plus loin, on verra que cette hypothèse sera justifiée.

1. 2. Néogène du centre de la Sierra de Gador, des écailles d'Alhama et des environs des mines de soufre de Gador

1. 2. 1. Les affleurements du Llano de Alamo

A cheval sur des formations appartenant aux nappes de Gador et de Felix, le Néogène est composé d'assises marneuses à la base et calcaires au sommet.

Ces calcaires présentent le faciès à Algues ; ils reposent au S sur les dolomies de la nappe de Gador et recouvrent, au N, les marnes inférieures.

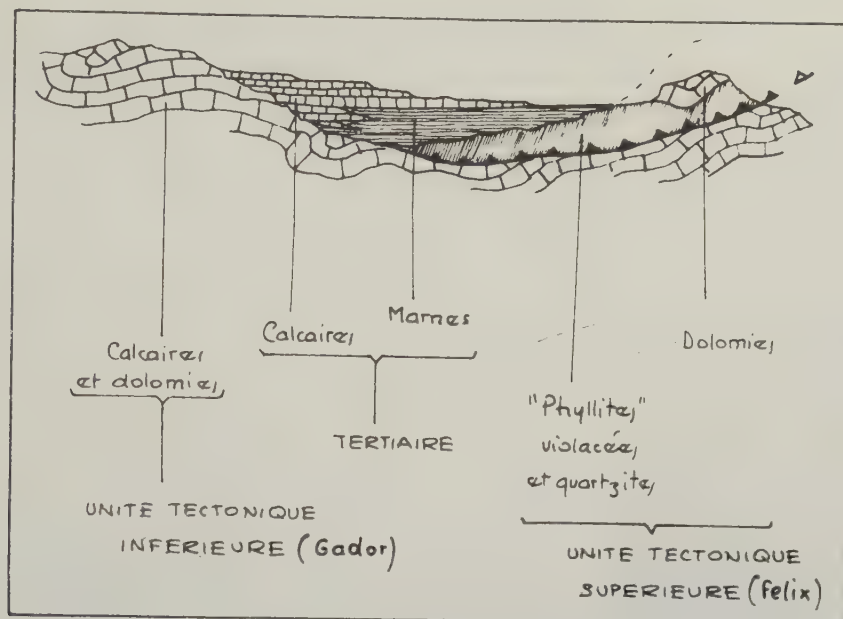


Fig. 8. — Zone centrale de la Sierra de Gador ;
Néogène du Llano de Alamo (la localisation du secteur est donnée par la figure 5).

Les marnes de ce secteur ont livré une abondante microfaune :

Echantillon 948

Globigerina bulloides
Globigerinoides sp.
Globorotalia menardii
Globorotalia globorotaloidea
Elphidium cf crispum
Siphonina planoconvexa
Ammonia beccarii
Rectuvigerina tenuistriata siphogenerinoides
Ehrenbergina alicantina
Asterigerina planorbis
Hopkinsina bononiensis compressa
Nonion sp.
Cibicides sp.
Bolivina sp.
Bolivinopsis carinata
etc

1. 2. 2. Néogène des écaïlles d'Alhama d'Almeria

Les affleurements du Cortijo del Calabrial, de la Maison forestière des Peñones de Tremendo et du Llano de Alamo (fig.5) se présentent à peu près horizontalement, contrairement à ce qui est observable au S de la Sierra, où ils sont légèrement inclinés vers le S, et à ce qui va être décrit maintenant.

D'W en E, entre la route Roquetas-Alicun et les anciennes mines de soufre de Gador, on trouve d'abord des restes dispersés de calcaires à Algues, jaunâtres, discordants sur les phyllites, les quartzites ou les dolomies de la nappe de Felix puis, plus complet et plus puissant, un affleurement de Néogène dessinant un coin (Pl. II et fig.5) pincé entre deux écaïlles de matériel appartenant à cette même nappe. La coupe qui y a été relevée est donnée par la figure 9.

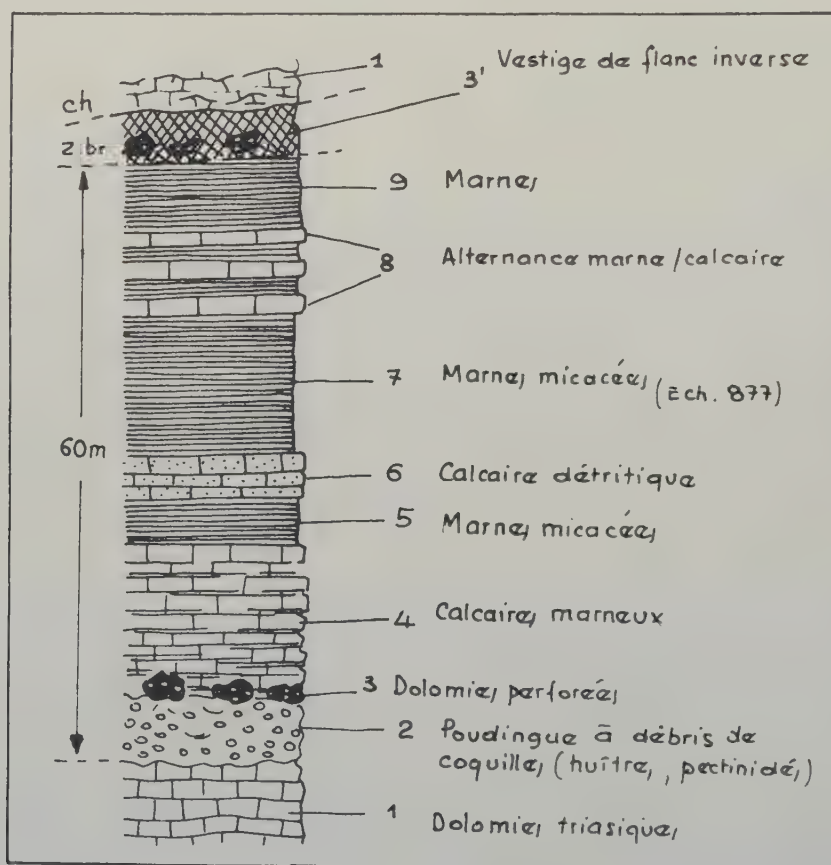


Fig.9. — Néogène des écaïlles d'Alhama d'Almeria.
(voir la localisation sur la planche XII)
ch. chevauchement ; z. br. zone broyée.

Le contexte tectonique et la présence de dolomies perforées dans la brèche du sommet de la coupe permettent d'interpréter cette succession néogène transgressive comme le flanc normal d'un synclinal couché et faillé dont le flanc inverse a été totalement raboté. Le flanc normal lui-même paraît avoir été amputé de ses calcaires à Algues absents ici alors qu'ils sont représentés partout dans les environs.

Comme au Llano de Alamo, on voit ici des assises marneuses apparaître à la base de la série. C'est l'annonce du grand développement qu'elles prendront plus à l'E, au SW du village de Gador.

Ici encore, les marnes ont livré une microfaune intéressante :

Echantillon 877

Globigerina bulloïdes
" sp.
Globigerinoides cf irregularis
Globorotalia gr. scitula
" cf mayeri
" globorotaloidea
Elphidium crispum
" cf complanatum
Sphaeroidina bulloïdes
Pullenia bulloïdes
Siphonina sp.
Ehrenbergina alicantina
" cf dinapolii
Cibicides boueanus
" sp.
Bolivina cf arta
" sp.
" cf reticulata
Uvigerina sp.
Gyroidina cf soldanii
Cassidulina subglobosa
" laevigata
Asterigerina planorbis
Laticarinina sp.
Bolivina gr. scalprata
Siphonodosaria cf hispida
Cancris sp.
Discorbis sp.

1.2.3. Néogène du secteur des anciennes mines de soufre de Gador

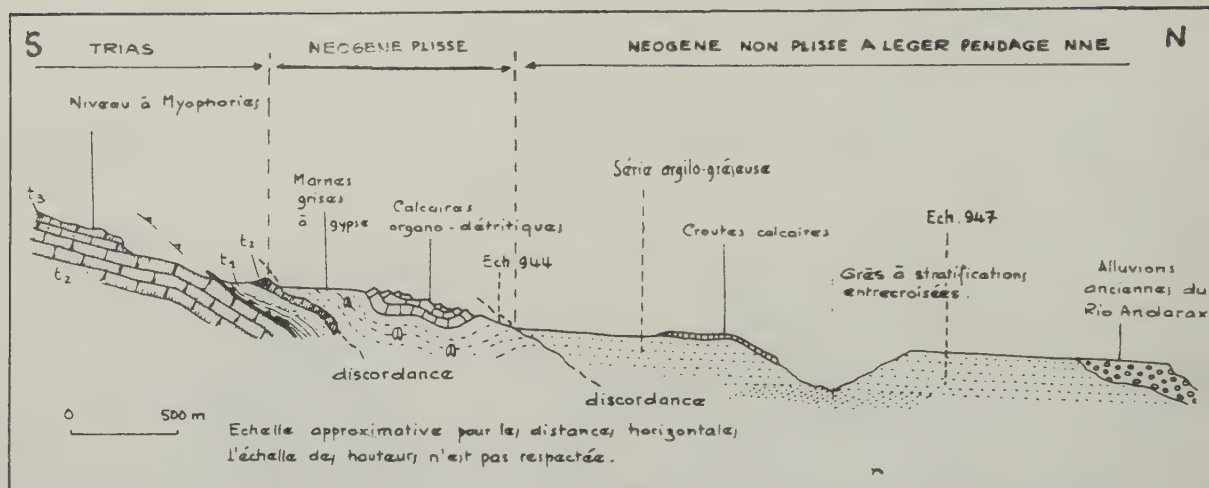


Fig. 10. — Bordure NE de la Sierra de Gador. Coupe schématique passant entre le village de Gador et les anciennes mines de soufre (situées un peu en arrière de la coupe).

Par rapport à la coupe précédente, le Néogène montre ici un grand développement des faciès marneux et des calcaires organo-détritiques jaunes. Le gypse apparaît ici, dans les marnes, et s'y présente en cristaux isolés (parfois avec l'habitus en fer de lance) ou en petits niveaux onduleux (déformation tectonique). Comme celui de la zone des écailles d'Alhama, ce Néogène est encore plissé et faillé, mais beaucoup moins intensément (fig. 10). Il est surmonté par une puissante formation argilo-gréseuse grise, à patine rouge brique, légèrement et uniformément inclinée vers le NNE, ne présentant jamais les déformations souples à petit rayon de courbure de la série inférieure. Cette formation qui occupe tout le fond de la vallée descendant vers le village de Gador est surmontée à son tour par des conglomérats grossiers, à éléments bien arrondis (alluvions anciennes du Rio Andarax ?). Dans la vallée, sous l'ensemble à patine rouge, apparaissent des grès blanchâtres, à stratifications entrecroisées, azoïques.

Une très belle microfaune a été recueillie dans les marnes à gypse ; elle renferme :

Echantillon 944

Globigerina bulloïdes
Globigerinoides gr. obliquus
" gr. trilobus
" cf. sacculifer
Orbulina universa
" suturalis
Globorotalia menardii
" cf. menardii miocenica
" gr. scitula
" globorotaloides
" aff. conica
Siphonina planoconvexa
Hopkinsina bononiensis compressa
Asterigerina planorbis
Discorbis sp.
Astrononion cf stelligerum
Bolivina gr. scalprata
Uverigerina pygmea
Rectuvigerina tenuistriata siphogenerinoides
Planulina ornata
Ehrenbergina alicantina
" dinapolii
Vaginulinopsis inversa carinata
Cibicides lobatulus
Lagenodosaria cf sublineata
Cassidulina laevigata
Pullenia bulloïdes
Elphidium sp.
Shaeroidina bulloïdes
Sigmoilina sp.
Planorbulina sp.
Gyroidina girardana
" soldanii
Martinottiella communis

Ostracodes

Buntonia sublatissima multipunctata (Ruggieri)
Aurila semilunata (Seguenza)
Falunia stellata ornatissima Ruggieri
Hermanites haidingeri (Reuss)
Ruggieria sp.
Krithe oertlii Dieci et Russo
" compressa (Seguenza)

.../...

Ocultocythereis bituberculata (Reuss)
Eucytherura textilis textilis Ruggieri
Cytheropteron of vespertillo (Reuss)
Henryhowella asperrima (Reuss)
Ambostracon aff. porticula (Capeder)
Aurila convexa (Baird)
Argilloecia sp.
Xestoleberis sp.
Paracytheridea bovettensis (Seguenza)

Dans la série argilo-gréseuse à patine rouge, discordante, des échantillons prélevés à quelques mètres au-dessus des grès blanchâtres ont tous donné une microfaune pauvre, par exemple :

Echantillon 947

Orbulina universa
" *suturalis*
Globigerina bulloïdes
Globorotalia globorotaloidea
" *gr. scitula*
" *gr. menardii*
Sphaeroidina bulloïdes
Bulimina cf subulata
Elphidium cf aculeatum
Melonis soldanii
Bolivina gr. scalprata
Bulimina sp.

1.3. Néogène de l'extrémité orientale de la Sierra de Gador

Les anciennes mines de soufre et de calafatite (minéral voisin de l'alunite - minéral d'aluminium - , A. MARIN, 1911) de Benahadux se situent à l'ESE de ce village, au pied de la Sierra de Gador. Ici, le Néogène est recouvert par des éboulis et des conglomérats récents et de ce fait, difficile à étudier : il est pratiquement impossible d'y lever des coupes continues dépassant 30 m d'épaisseur. Le Néogène est discordant sur les formations appartenant aux nappes de Gador et de Felix (fig. 11). De bas en haut, schématiquement, on y observe des marnes grises à gypse, puissantes, des argiles grises, brunes ou blanches, des argiles noires charbonneuses, des sables et des poudingues mal consolidés, des marnes et pour terminer des calcaires bio-détritiques identiques à ceux des coupes précédentes.

Tous les prélèvements de marnes et d'argiles effectués sur ce secteur se sont révélés azoïques.

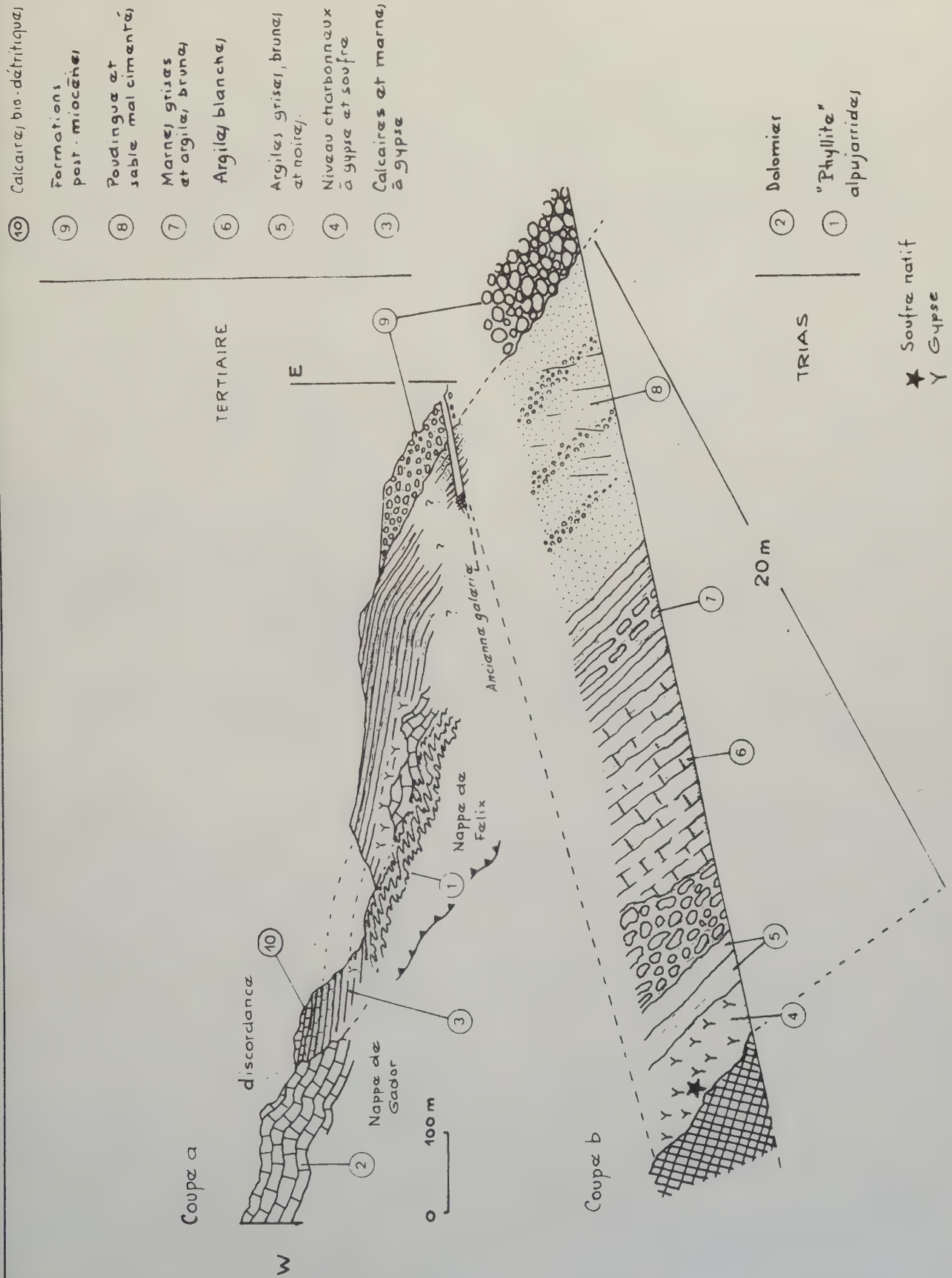


Fig. 11. — Versant oriental de la Sierra de Gador — Néogène du secteur des anciennes mines de soufre de Beneshadux.

1. 4. Néogène de l'extrémité occidentale de la Sierra Alhamilla

Sur la rive droite de l'Andarax (pied oriental de la Sierra de Gador), le Néogène plonge doucement et uniformément vers le fond de la vallée ; sur la rive gauche (versant occidental de la Sierra Alhamilla) le Néogène réapparaît avec des pendages beaucoup plus forts, orientés vers l'W. Le Néogène de la basse vallée de l'Andarax dessine un vaste synclinal dissymétrique ainsi que l'avait déjà reconnu M. GIGNOUX et P. FALLOT (1926). La coupe de la Rambla de Indalecio (Pl. XIV et fig. 12) se situe sur le flanc oriental de ce synclinal, à la sortie N du village de Rioja, (à l'E des fours à plâtre).

L'extrémité occidentale de la Sierra Alhamilla se présente comme la terminaison périclinale d'un grand anticlinal en genoux, voir même déversé vers le N dont le Néogène épouse la forme. La coupe de la Serrata del Pueblo (Pl. XIV et fig. 12) au SSW de Tabernas se situe au pied septentrional de ce grand pli.

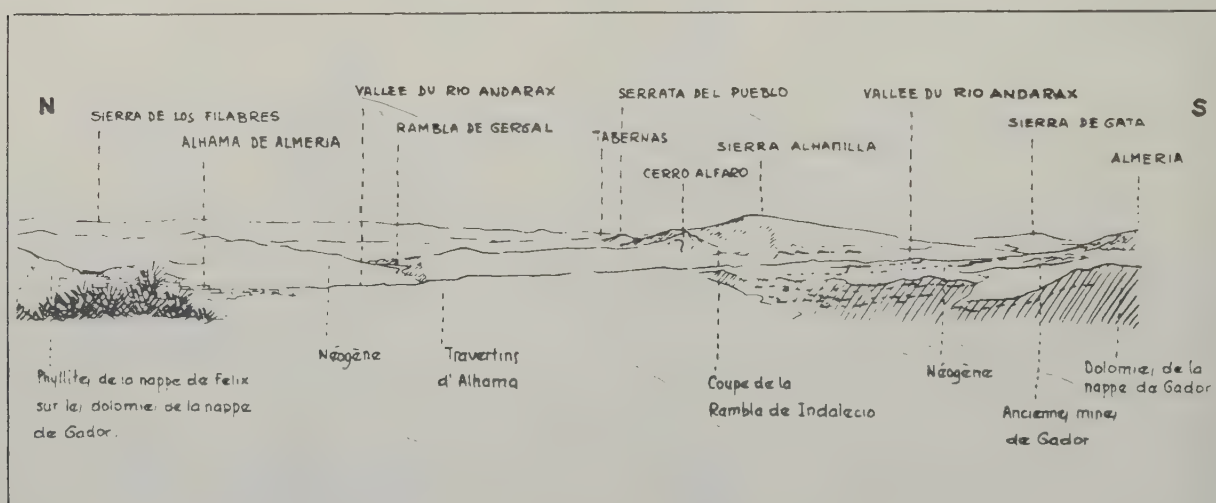


Fig. 12. — Extrémité orientale de la Sierra de Gador ; reliefs voisins ; localisation de quelques points étudiés.

1. 4. 1. Coupe de la Rambla de Indalecio

Les pendages du Néogène y sont orientés vers l'W N W avec des intensités variables ; un peu plus au S, ils sont orientés vers l'W. A la base de la coupe, la disposition régulière des assises est perturbée par une série de failles verticales à faible rejet (fig. 13 a et b). D'E en W et du bas vers le haut, on trouve la succession lithologique donnée par la figure 13 a et b. Quelques niveaux méritent les remarques suivantes :

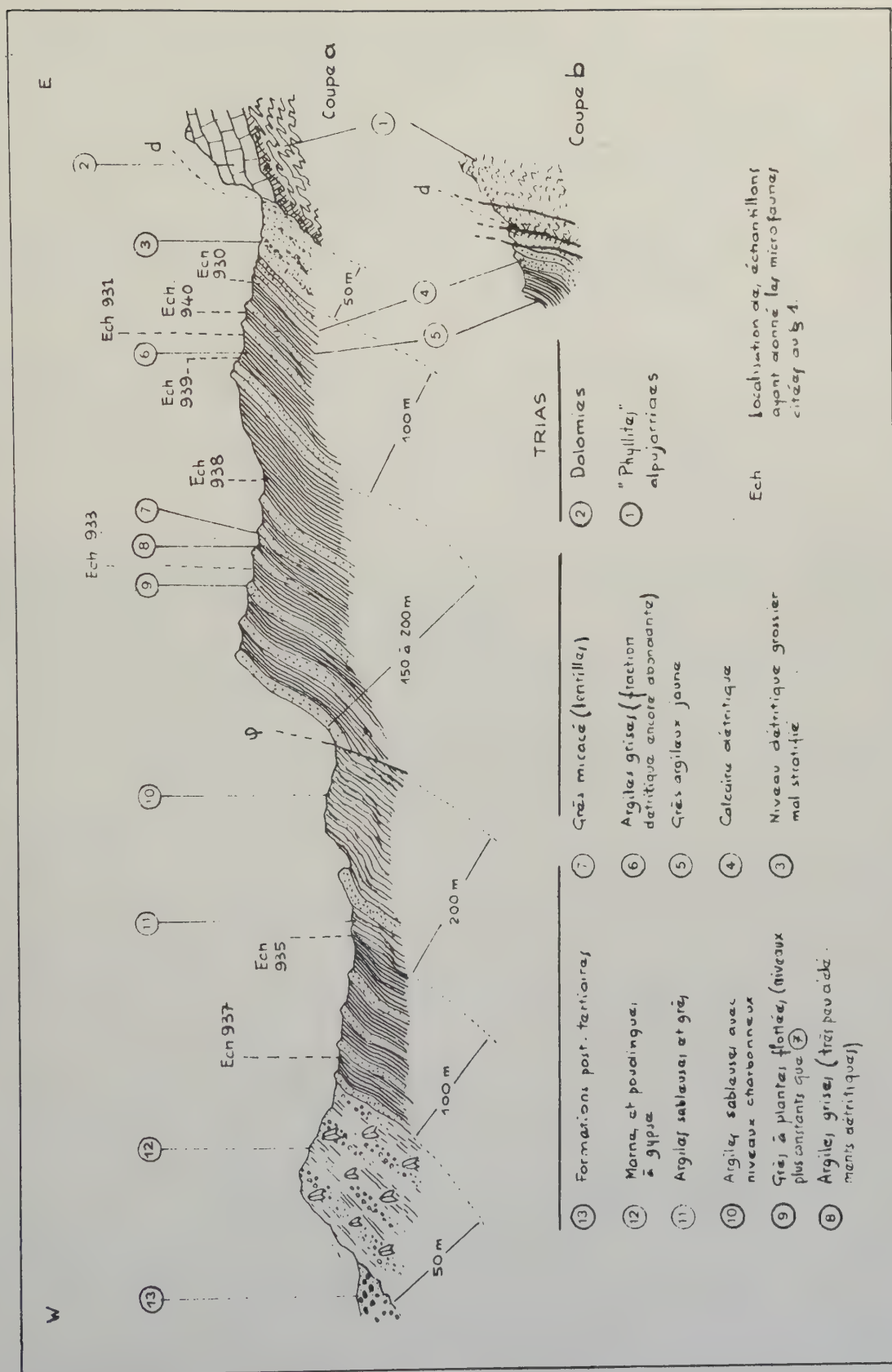


Fig. 13. — Versant occidental de la Sierra Alhamilla, "Rambla de Indalecio" — (à l'E du km 131 de la route Almería—Murcia).

- 3 et 4 : ces niveaux détritiques, d'abord ferrugineux et mal stratifiés, s'enrichissent en calcaires et en débris d'Algues à mesure qu'ils se débitent en bancs bien individualisés ;
- 9 : les plantes flottées apparaissent toujours au sommet de bancs gréseux et sont très mal conservées ;
- 11 : il s'agit d'une suite de séquences constituées à la base des grès fins, micacés, passant à des argiles sableuses grises, puis à des argiles brunes (chaque séquence a en moyenne 15 cm d'épaisseur) ;
- 12 : cette puissante formation de marnes à gypse renferme de nombreuses intercalations de poudingues à ciment gypso-marneux où les cristaux de gypse atteignent 15 cm de longueur. Les éléments des poudingues sont constitués par des roches anténéogènes (matériaux des nappes) et empruntés au Néogène plus ancien (galets de grès calcaires à Globigérines).

Le long de cette coupe, plusieurs échantillons ont fourni des microfaunes intéressantes ; de bas en haut :

Echantillon 930

Microfaune pauvre, très mal conservée :

Globigerina bulloides
" sp.
Orbulina sp.
Melonis soldanii
Valvulineria sp.
Uvigerina sp.
Martinottiella communis
Haplophragmoides sp.

Echantillon 940

Microfaune mal conservée :

Globigerina bulloides
Globorotalia globorotaloidea
" gr. *scitula*
" sp.
Cibicides pseudoungerianus
" *floridanus miocenica*

Melonis soldanii
Anomalina rotula
Ehrenbergina sp.
Pullenia bulloïdes
Sigmoilina sp.
Uvigerina auferiana
Haplophragmoides sp.
Karreriella sp.
Textularia sp.
etc

Echantillon 931

Globigerina bulloïdes
Elphidium cf complanatum
Cibicides pseudoungerianus
Anomalina cf rotula
Pullenia bulloïdes
Ehrenbergina sp.
Robulus ariminensis
Pleurostomella alternans
Martinottiella communis
Haplophragmoides sp.
etc

Echantillon 939

Microfaune mal conservée :

Globigerina bulloïdes
Orbulina universa
Globorotalia globorotaloidea
" gr. scitula
" sp.
Elphidium cf crispum
" sp.
Sigmoilina sp.
Ehrenbergina dinapolii
Pullenia bulloïdes
Asterigerina planorbis
Planulina ornata
Cibicides sp.
Plectofrondicularia
Sphaeroidina bulloïdes
Haplophragmoides sp.
etc

Echantillon 938

Microfaune assez riche :

Globigerina bulloïdes
" sp.
Orbulina universa
" suturalis
Globorotalia menardii
" gr. scitula
" menardii miocenica
" sp.
Shaeroidinellopsis cf rutschi (rare)
Bolivina gr. scalprata
Pullenia bulloïdes
Cassidulina subglobosa
" laevigata
Elphidium cf crispum
Melonis soldanii
Cibicides lobatulus
" pseudoungerianus
" boueanus
" sp.
Gyroidina soldanii
" girardana
Anomalina cf rotula
Uvigerina cf flinti
Hopkinsina bononiensis compressa
Rectuvigerina tenuistriata siphogenerinoides
Sigmoilina sp.
Bigenerina nodosaria
Textularia sp.
Martinottiella communis

Echantillon 933

Globigerina bulloïdes
" sp.
Globigerinoides cf sacculifera
Orbulina universa
" suturalis
Orbulina bilobata
Globorotalia gr. scitula
" sp.

Elphidium cf crispum
Cibicides pseudoungerianus
Planulina cf ornata
Cibicides cf maioricensis
Gyroidina girardana
Bolivina scalprata
Melonis soldanii
Uvigerina auberiana
" pygmea
Martinottiella communis
etc

Echantillon 935

Globigerina bulloïdes
" sp.
Globigerinoides gr. obliquus
" cf rubra
Orbulina universa
" suturalis
" bilobata
Globorotalia menardii
" globorotaloidea
Elphidium cf crispum
Asterigerina planorbis
Bolivina gr. scalprata
Planulina ornata
Anomalina rotula
Elphidium cf complanatum
Siphonina sp.
Cibicides sp.
Melonis soldanii
Martinottiella communis
Haplophragmoides sp.
etc

Echantillon 937

Globigerina bulloïdes
Orbulina universa
" suturalis
Globorotalia globorotaloidea
" menardii
" gr. scitula
" aff. conica

Globigerinoides irregularis
Elphidium cf *crispum*
 " sp.
Cibicides pseudoungerianus
 " *boueanus*
 " sp.
Asterigerina planorbis
Ehrenbergina sp.
Ammonia beccarii
Bolivina scalpreta miocenica
Planorbulina cf *mediterraneensis*
Martinottiella communis
 etc

1. 4. 2. Coupe de la Serrata del Pueblo

A l'E du Km 142 de la route Almeria-Murcia, au SW du village de Tabernas, une Rambla très encaissée recoupe l'extrémité occidentale d'un relief appelé Serrata del Pueblo. Ce relief allongé dans une direction WSW - ENE va de Tabernas presque jusqu'à Lucainena de las Torres (extrémité orientale de la Sierra Alhamilla). Il est constitué par un épais conglomérat ployé en anticlinal, émergeant au sein de formations détritiques marneuses ou gréseuses comparables à celles de la Rambla de Indalecio.

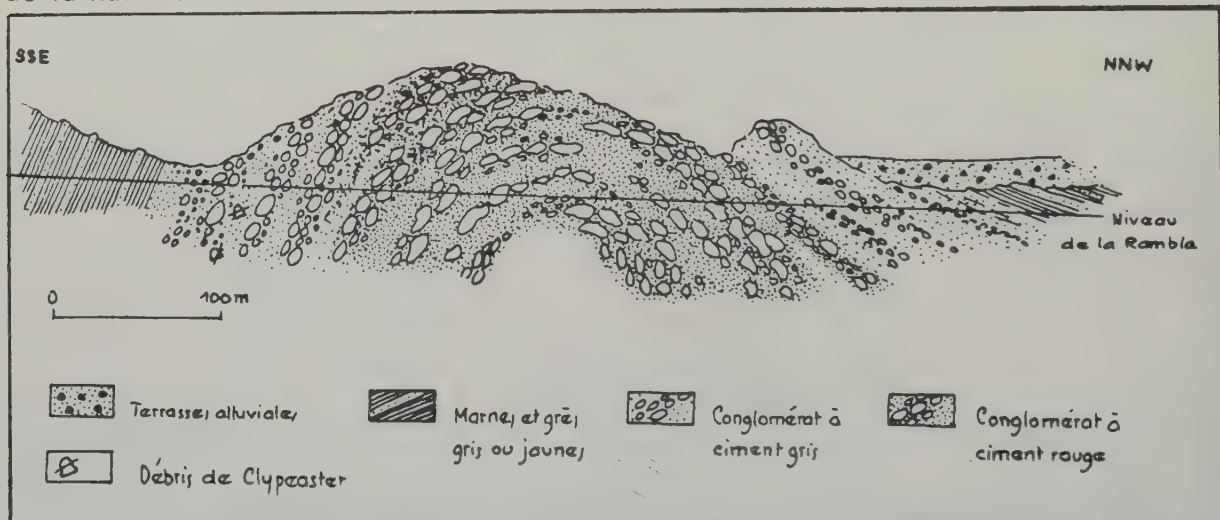


Fig. 14. - Conglomérat ployé en anticlinal de la Serrata del Pueblo (Sud du village de Tabernas).

Les éléments de ce conglomérat atteignent des tailles dépassant le mètre et demi suivant leur plus grand axe. Ils ont la forme de gigantesques galets souvent grossièrement parallélépipédiques aux arêtes émoussées. Ils sont constitués par des blocs de micaschistes, de micaschistes à grenat (les blocs de cette nature atteignent les plus grandes dimensions) et aussi de fragments de gneiss œillé à tourmaline noire,

de séricitoschistes verdâtres ou argentés, et enfin de quartzites, de grès et plus rarement de dolomie noire. C'est dans les assises du cœur de l'anticlinal qu'on trouve les plus gros blocs ; ils sont partout emballés dans un sédiment détritique plus fin, gréseux ; la nature des galets ne varie pas suivant les niveaux.

L'existence et les caractères de ce conglomérat obligent à supposer qu'au moment de sa formation, il y avait un peu au N de l'actuelle Sierra Alhamilla un relief de terrains métamorphiques comportant des gneiss. Ce dernier point oblige à lui attribuer une nature Névado-Filabride puisque d'après les travaux des géologues hollandais, en Sierra de Los Filabres c'est dans ce seul domaine interne que l'on connaît des roches de ce type. Ce conglomérat n'affleure pas plus au S, au pied du relief actuel, où les assises néogènes sont fortement redressées. D'après la taille des galets de gneiss et l'aspect torrentiel du dépôt, on peut aussi imaginer que ce relief Névado-Filabride était plus proche et plus vigoureux que l'actuelle Sierra de Los Filabres incapable de fournir des éléments d'aussi grande taille.

Entre le conglomérat et les dépôts marno-gréseux sus-jacents, il ne semble pas y avoir de discordance et le passage s'effectue progressivement.

Au S de la Serrata del Pueblo et d'une façon assez générale au pied de la Sierra Alhamilla, cette série marno-gréseuse englobe des panneaux entiers (plusieurs dizaines de mètres cubes) de matériel alpujarride, remanié en masse. On retrouvera le même phénomène au N de la Sierra de Gador.

1.5. Néogène du synclinal de Canjayar, entre Alhama et Canjayar

Entre ces deux localités, la route suit la dépression située entre Sierra de Gador et Sierra Nevada en serpentant d'abord sur son flanc méridional puis le long de son axe, avant d'en escalader le versant septentrional. Cette route offre de très belles coupes à divers niveaux des assises néogènes ployées en synclinal.

Au bord S du synclinal, le contact entre les nappes et la série transgressive est souvent masqué par des éboulis de pente, des conglomérats torrentiels à ciment rouge ou des dépôts de tufs calcaires (ces derniers sont bien représentés dans les environs d'Alhama où ils sont horizontaux ou légèrement inclinés vers le NE).

Sur le flanc S du synclinal, les dépôts néogènes pendent vers le N avec des intensités variant entre 15 et 70°. Sur le flanc N, les pendages sont plus réguliers : 30° en moyenne.

1. 5. 1. Coupe du Km 10 de la route Alhama-Canjajar

1. des marnes grises à patine jaunâtre ;
2. des marnes grises enveloppant des masses interstratifiées issues de la nappe de Felix (phyllites violacées, quartzites et dolomies noires) ;
3. des marnes grises à gypse, rares coquilles et débris de plantes.

Des éboulis récents masquent le contact entre la nappe de Gador et le Néogène.

La présence de masses interstratifiées, issues en bloc de l'édifice de nappes n'est pas seulement propre à cette coupe : on en trouve d'autres exemples au-dessus des villages d'Huecija, d'Alicun et entre Alicun et Alhama de Almeria. L'existence de ces paquets triasiques dans les marnes fait songer à des glissements en masse pendant la sédimentation, dans un bassin dont la limite méridionale se redresse peu à peu dès cette époque.

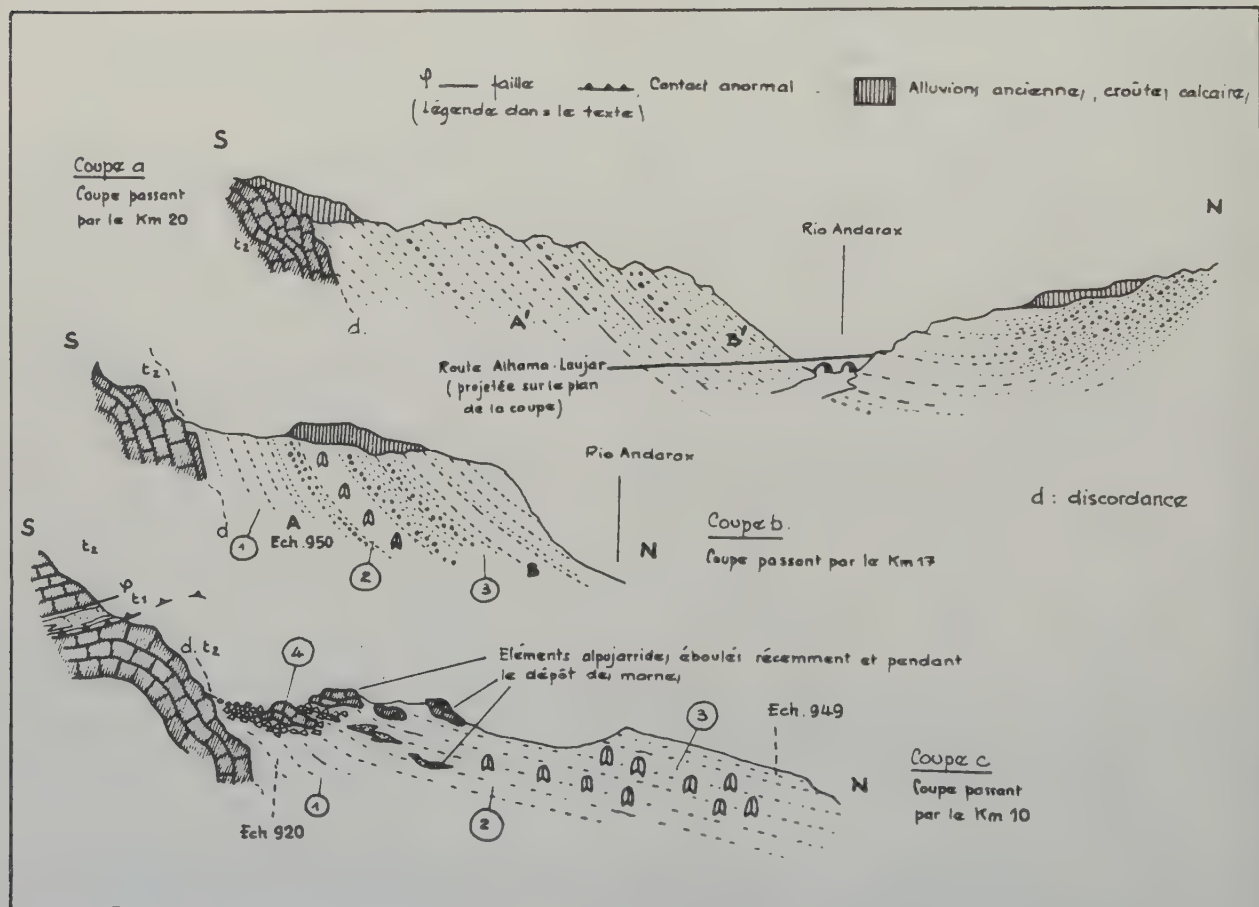


Fig. 15 a, b, c. — Néogène du synclinal de Canjajar.
Coupes entre Alhama et Canjajar.

Sur cette coupe, des prélèvements effectués dans les marnes ont donné les microfaunes suivantes :

Echantillon 920

Globigerina bulloïdes
" sp.
Globigerinoides gr. obliquus
" gr. trilobus
" cf. sacculifera
Orbulina universa
Globorotalia menardii
Elphidium crispum
" cf. complanatum
Cibicides lobatulus
Asterigerina planorbis
Siphonina planoconvexa
Cancris auriculus
Planulina ornata
Pullenia bulloïdes
Sphaeroidina bulloïdes
Lagenodosaria sp.
etc

Echantillon 949

Foraminifères

Globigerina bulloïdes
Globigerinoides gr. triloba
" cf. sacculifera
Orbulina universa
Sphaeroidinellopsis sp. (très rare)
Globorotalia menardii
" " miocenica
" globorotaloidea
" sp.
Siphonina planoconvexa
Bulimina cf pupoides
Melonis soldanii
Bolivina cf arta
" scalprata miocenica
Lagenodosaria cf sublineata
Elphidium sp.
Pullenia bulloïdes
Anomalina rotula

Rectuvigerina cf tenuistriata siphogenerinoides
Elphidium cf crispum
Cibicides pseudoungerianus
" sp.
Planulina ornata
Sigmoilina sp.
Astrononion cf stelligerum
Discorbis cf globularis
Sphaeroidina
Cribrorobulina serpens
Ehrenbergina alicantina
Eponides antillarum
Uvigerina sp.
Vaginulina margaritifera
Vaginulinopsis inversa carinata
Robulus sp.
Asterigerina planorbis
Astacolus cassis
Textularia cf abbreviata
etc

Ostracodes

Henryhowella asperrima (Reuss)
Cytherella vulgata Ruggieri
Bosquetina sp.
Aurila convexa (Baird)
Ruggieria tetraptera angustata (Seguenza)
Buntonia sublatissima dertonensis Ruggieri
Buntonia gr. subulata

1. 5. 2. Coupe passant par le Km 17 de la route Alhama - Canjajar .

Sur les dolomies et les calcaires de la Nappe de Gador, redressés et fracturés, on observe la superposition d'une série elle-même à fort pendage N comprenant trois ensembles (fig. 15b) :

1. marnes grises, micacées ;
2. marnes grises et jaunes alternant avec des lits gypseux et des passées détritiques (poudingues et grès) ;
3. marnes micacées à gypse.

A partir du niveau 2. de la coupe, et vers le haut, les marnes montrent des intercalations détritiques de plus en plus fréquentes. La base de l'ensemble 3. est constituée par la répétition de séquences ainsi constituées :

Sommet	↑	marnes à gypse ; très compactes marnes à nodules ferrugineux marnes sableuses, micacées grès marneux poudingue plus ou moins grossier (diamètre des éléments compris entre 2 et 10 cm. Nature des éléments : schistes, quartzites, dolomies. Origine : nappes alpujarrides et Névado-Filabrides.
Base		

Les quatre termes inférieurs de la séquence fondamentale sont friables, assez mal cimentés. Le terme supérieur, compact, résistant, apparaît toujours en relief par rapport aux autres.

Deux échantillons ont été prélevés sur cette coupe (A et B de la figure 15b).

L'échantillon A renferme des débris charbonneux et une microfaune de Foraminifères très pauvre, contenant :

Echantillon 950

Globigerina bulloides
Globorotalia cf globorotaloidea
Cibicides sp.

L'échantillon B s'est révélé totalement dépourvu de Foraminifères mais contient d'assez nombreux débris végétaux méconnaissables, d'aspect tourbeux.

1. 5. 3. Coupe passant par le Km 20 (pont sur l'Andarax) de la route Alhama-Canjajar.

La base du Néogène est ici constituée par des formations jaunâtres, marno-détritiques puis détritiques et marneuses, à pendage N de plus en plus faible à mesure que l'on se rapproche du Rio Andarax (fig. 15a). Sur la rive gauche du fleuve, les pendages sont dirigés vers le S (moitié N de la coupe) et deviennent de plus en plus forts à mesure que l'on s'éloigne de l'Andarax, en direction de la Sierra Nevada. En même temps, les assises recoupées se chargent de plus en plus de débris de roches névado-filabrides et prennent peu à peu une teinte rouge due à un enrichissement en argilites ferrugineuses.

Cette coupe montre parfaitement l'allure synclinale du Bassin de Canjajar mais ici, contrairement à ce que l'on observe plus à l'E et plus à l'W, sa forme en coupe est presque symétrique ; partout ailleurs, le flanc S est toujours beaucoup plus redressé que le flanc N.

L'augmentation de la teneur en fer en allant vers le N et vers le sommet du remplissage peut être liée à une importance de plus en plus grande des apports venant du domaine névado-filabride, le seul à avoir pu renfermer les réserves de fer suffisantes pour "rougir" les sédiments néogènes sur un volume aussi grand.

Plusieurs prélèvements ont été effectués le long de cette coupe en A' sur sa partie méridionale ; en B' sur sa partie septentrionale. Ces échantillons n'ont donné aucune microfaune.

1.6. Le Néogène entre Canjayar et Cherin

Entre Canjayar et Fondon, le grand synclinal à Néogène gréseux à la base et marneux au sommet se subdivise de part et d'autre du Cerro del Capitan pour donner au S une branche qui s'insinue dans la vallée de l'Andarax et au N un synclinal pincé qui passe par le Pago de Las Paces.

Autour du Cerro del Capitan (à l'E et au S) le Néogène remanie à sa base des roches appartenant aux nappes (nappe de Felix et lambeaux malaguides) : dolomies noires, phyllites violacées et poudingue rouge d'âge permien probable. Là où ces remaniements sont les plus importants, et c'est presque toujours à la verticale de témoins en place, la série renferme des lentilles calcaires très riches en Globigérines. Les marnes, qui terminent cette série, contiennent du gypse (au S du Pago de las Paces, en particulier).

A l'E-NE de Fondon, ces horizons sont surmontés par un conglomérat à ciment gris ou rouge, contenant une forte proportion de galets de schistes provenant du domaine névado-filabride. Près de Fondon et un peu à l'E du hameau de Benecid, les niveaux marneux s'enfoncent sous d'épais dépôts alluvionnaires occupant la dépression qui court jusqu'à Alcolea en passant par Fuente Victoria et le S de Laujar. Le Néogène réapparaît près d'Alcolea, sur la bordure orientale du Bassin d'Ugijar.

Près de Cherin, au Km 7,1 de la route Ugijar-Berja affleurent des marnes à gypse, riches en matériel détritique fin hérité des faciès t1 de l'édifice de nappes. Il m'a paru intéressant d'échantillonner ces marnes dans le but de comparer leur microfaune à celle de marno-calcaires voisins étudiés par J.W. BODENHAUSEN et al. (1967) et leur âge ⁽¹⁾ à celui des marnes citées par M. DURAND DELGA et J.M. FONTBOTE (1960), au N d'Ugijar.

(1) voir les discussions à ce propos dans la publication en collaboration avec J. MAGNE et J.P. MARGEREL (en préparation).

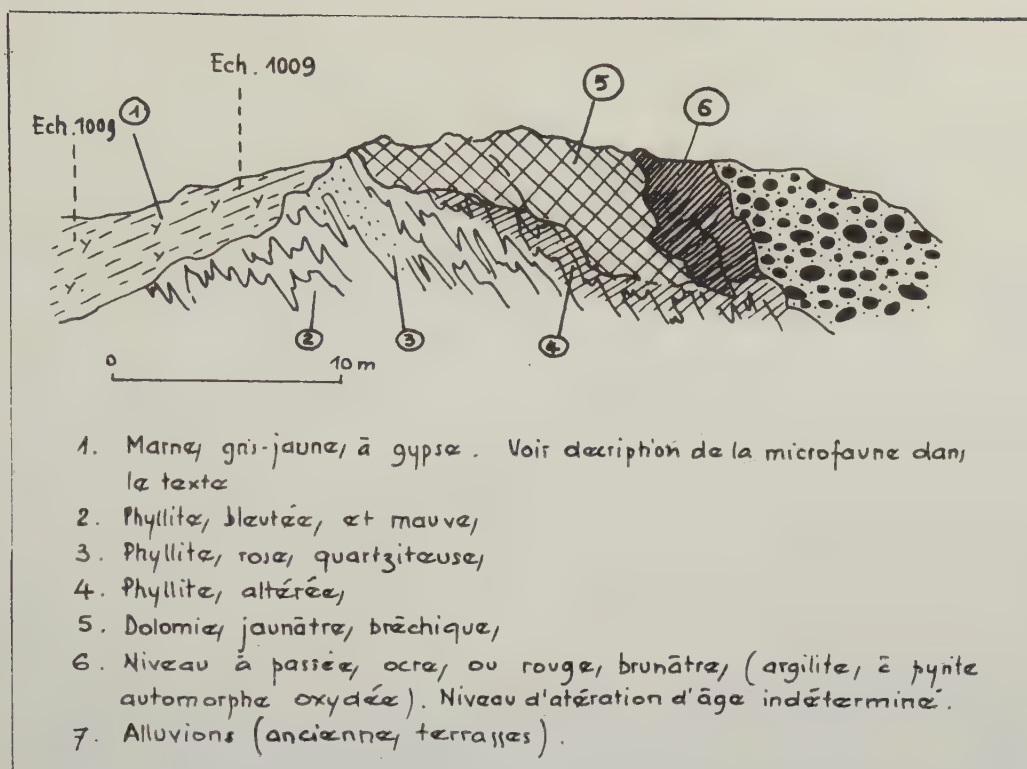


Fig. 16. — Km 7,1 de la route Ugijar - Berja, près Cherin.

Position du prélèvement dans les marnes.
(voir aussi chapitre consacré à l'Ensemble malaguide).

Dans ces marnes, (fig. 16), la microfaune suivante a été trouvée :

Echantillon 1009

Globigerina bulloïdes
 Globigerinoides gr. trilobus
 " cf. sacculifer
 Globorotalia globorotaloidea
 Globoquadrina cf dehiscens
 Nonion boueanum
 " sp.
 Gyroidina soldanii
 Pullenia bulloïdes
 Bulinina subulata

Hopkinsina gr. bononiensis
Nonionella sp.
Bulimina cf costata
Rectuvigerina
Stilostomella verneuili
Textularia abbreviata
Bolivinopsis carinata
Haplophragmoides sp.

Au S du Bassin d'Ugijar, le long de la vallée du Rio Grande de Adra, il existe de nombreux îlots de Néogène à faciès surtout détritique aux environs du village de Darrical où marneux et calcaire entre Darrical et Lucaïna. En ce dernier point il apparaît au cœur d'un synclinal déjeté vers le N dont le flanc méridional est surplombé par les dolomies de la nappe de Gador et le flanc septentrional repose sur les phyllites (témoins de la nappe de Felix) et la série carbonatée de la nappe sous-jacente.

1.7. Néogène du synclinal de Las Almagreras Castala, au N de Berja

Dans un périmètre compris entre les abords N de Berja, la Barriada de Castala, les Llanos de Chiran, la Rambla del Mosco, Hirmes, Las Almagreras et El Cid affleurent largement des dépôts néogènes que l'on peut rattacher à un brachysynclinal d'axe NW - SE.

Tout autour de ce synclinal et avec un développement généralement plus important sur la bordure occidentale, la base de ces dépôts est conglomératique (fig.17).

Les conglomérats de base renferment des éléments provenant des Alpujarrides, de la nappe de Felix et de l'Ensemble malaguide. Ils sont plus riches en éléments de l'unité tectonique qui constitue le substratum directement sous-jacent. En trois points, ce fait est particulièrement net :

- dans la Rambla del Mosco (fig. 18), où les conglomérats reposent sur les dolomies et les calcaires de la nappe de Gador, ils ne renferment que des éléments carbonatés encore très anguleux ; le remaniement s'est effectué presque sur place ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Au-dessus des conglomérats, dans la série essentiellement marneuse, j'ai recherché mais en vain, le niveau où E. DUPUY DE LOME (1958) avait trouvé un exemplaire de Crustacé qui lui aurait permis d'envisager un âge Lutétien pour le Tertiaire de cette zone.

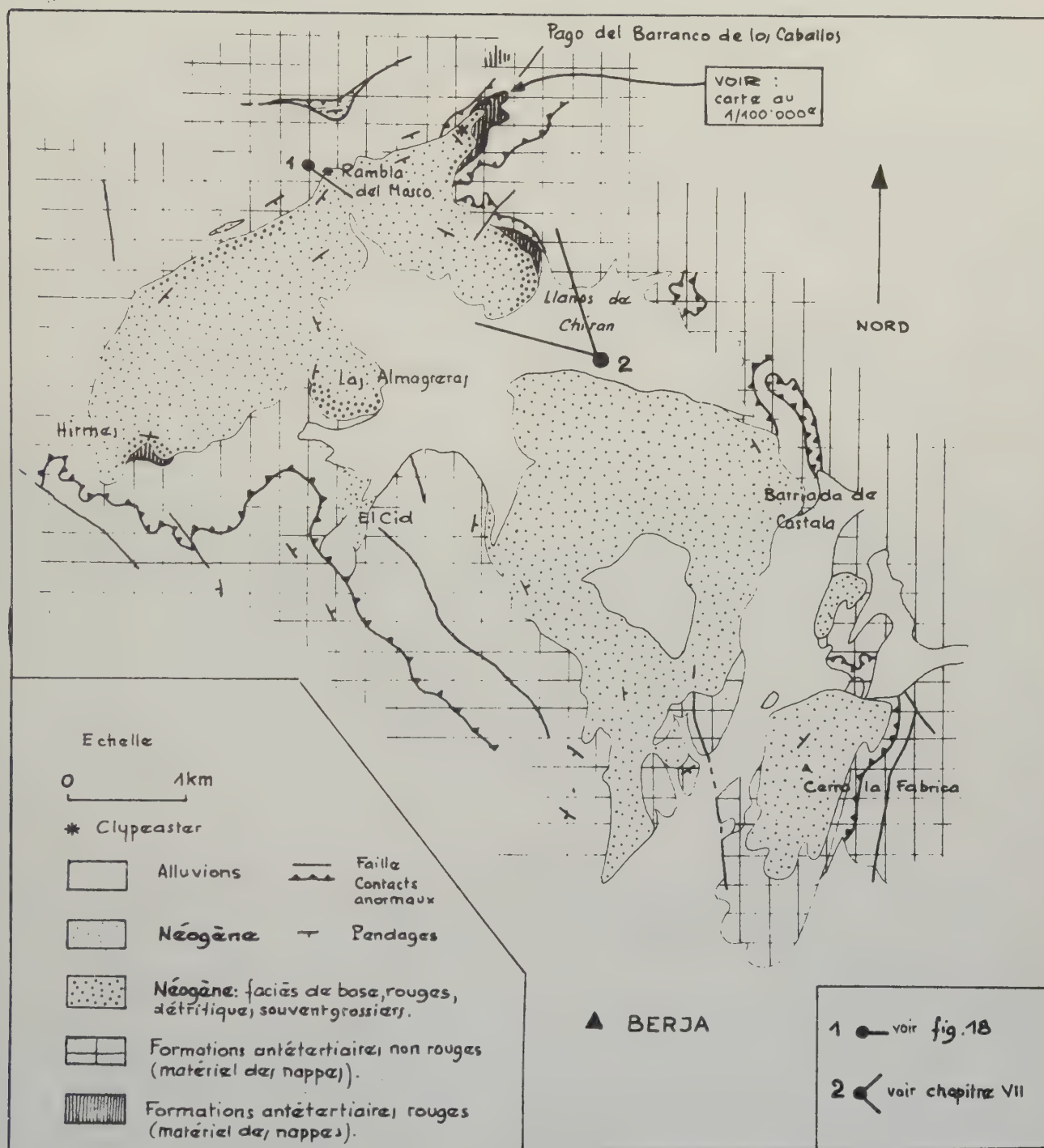


Fig. 17. — Miocène de Las Almagreras-Castala. Faciès rouges de la base du Miocène et leur environnement. (Carte extraite de la carte générale au 1/50 000e simplifiée).

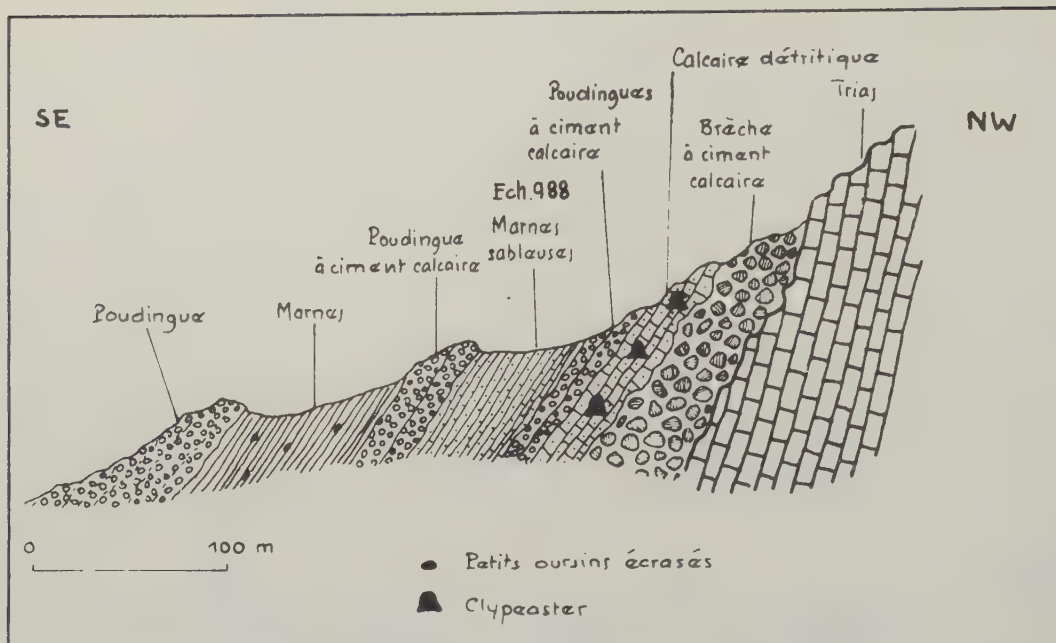


Fig. 18. — Rambla del Mosco (rive gauche) située au N de Berja.
Coupe du Néogène. Localisation sur la fig. n° 17.

— Au Pago del Barranco de los Caballos (fig. 17), la base conglomératique et gréseuse du Néogène remanie surtout les grès et les grauwackes non métamorphiques des lambeaux malaguides sous-jacents. Elle prend ainsi un aspect tel que, sans la présence de Clypeaster, on pourrait la confondre avec du Permien.

— Près d'Hirmes aussi, les formations détritiques de base sont rouges : elles surmontent un paquet de phyllites violacées, de quartzites et de psammites rouges, qu'on peut attribuer à la nappe de Felix d'après ses teintes et d'après son degré de métamorphisme très faible.

A un kilomètre à l'E de ce dernier affleurement se situe le poudingue cartographié en Permien par E. DUPUY DE LOME (1958). Ce poudingue doit sa couleur rouge à la grande quantité de graviers riches en fer oxydé qu'il renferme. Ces galets de petite taille (leur grand axe mesure en moyenne 4 à 5 mm) sont constitués par :

- des quartzites ferrugineux
 - des phyllites altérées, rouges
 - des micaschistes à biotite ou à muscovite, altérés.
- } Permo-werfénien

Ces matériaux peuvent provenir de l'ensemble malaguide et de la nappe de Felix. En outre, ce poudingue renferme des galets de dolomie grenue (alpujarride), de calcaire à Algues ou à Bryozoaires. Cette composition oblige à considérer ce poudingue comme la base du Néogène post-nappe.

Dans l'ensemble du synclinal, les conglomérats sont surmontés par des assises marneuses admettant encore de nombreux épisodes détritiques grossiers. Ces derniers prennent une importance considérable au sommet de la série, au Cerro la Fabrica (au NE de Berja), et leur base ravine la série sous-jacente (carrière de Chiran). Dans la rambla del Mosco, les marnes renferment des débris de plantes et de petits oursins écrasés.

Des échantillons ont été prélevés dans les marnes jaunes. Ceux du niveau à petits oursins se sont révélés stériles. Par contre, l'échantillon 988, dont la localisation est donnée par la figure 18 n'a qu'une microfaune assez pauvre :

Bulimina cf ovata
Sigmoilina sp.
Martinottiella sp.
Reophax sp.
etc

2 - AGE DES FORMATIONS TRANSGRESSIVES SUR L'EDIFICE DE NAPPES

Les prélèvements effectués dans les niveaux marneux des coupes qui viennent d'être décrites permettent d'attribuer selon J. MAGNE un âge "Tortonien franc, déjà assez élevé" à l'ensemble des séries étudiées. Ces conclusions confirment en particulier les idées de P. FALLOT et al. (1950) sur l'âge des déformations observées dans le remplissage du Bassin d'Ugijar qu'ils estimaient post-tortonien ; elles coïncident avec l'opinion de G. COLOM (in M. DURAND DELGA et J.M. FONTBOTE, 1960) sur l'âge des marnes de ce même Bassin ; par contre, elles conduiront à modifier sensiblement la carte de A. NAVARRO-ALVARGONZALEZ (1967).

Les résultats des prélèvements appellent quelques remarques préliminaires :

— les niveaux marneux les plus riches et contenant les plus belles microfaunes sont situés à la base des coupes ;

— les parties supérieures des coupes, constituées surtout par des matériaux détritiques sont beaucoup plus pauvres ;

- les microfaunes observées se rapportent toutes à un intervalle de temps très court et ne permettent pas de définir des horizons repérés dans ces séries où les variations latérales de faciès et de puissance sont très rapides ; ces résultats à eux seuls ne permettent pas de définir une "horizontale-temps", passant à travers toutes les coupes, qui permettrait de reconstituer exactement l'évolution paléogéographique de la région ;

- localement, dans les marnes de la base de ces séries (secteur des mines de Benehadux), la microfaune fait totalement défaut.

Ces faits vont limiter la finesse des conclusions à propos de la chronologie des événements tectoniques et sédimentaires et par conséquent la qualité des reconstitutions paléogéographiques en souffrira. Faute de pouvoir fixer cette "horizontale-temps" dans les séries néogènes dont la puissance varie très rapidement, c'est finalement surtout l'interprétation de la nature et de la répartition spatiale des faciès qui permettra d'aboutir à des résultats approchés.

NEOGENE DE VICAR (versant méridional de la Sierre de Gador)

LEGENDE DES PHOTOGRAPHIES (fig. 19 à 26)

- Fig. 19.- Du premier au dernier plan de la photographie :
croûtes calcaires et éboulis récents (c e)
conglomérat à éléments de roches volcaniques (c r v)
conglomérat à éléments dolomitiques (cd)
calcaires roses ou jaunes à Lithothamnées (c l)
- Fig. 20.- Base du Néogène, en face du village de Vicar, le long de la route Vicar-Felix. Faciès littoraux composés de bas en haut par des argiles rouges, des grès mal consolidés à ciment calcaire, présentant de nombreux terriers (niveau très riche en Foraminifères), des grès mal consolidés avec des blocs de dolomie noire perforés par des organismes.
- Fig. 21.- Affleurement de conglomérat à éléments de roche volcanique (c r v) et formation sus-jacente à éléments dolomitiques (tous de petite taille - cd). La cellule photoélectrique donne l'échelle.
- Fig. 22.- Base du Néogène, immédiatement à l'E de Vicar. Clypeaster dans les grès mal consolidés correspondant à la partie supérieure de la fig. 22. Les oursins ont subi un transport : ils sont souvent brisés et gisent dans des positions quelconques.
- Fig. 23.- Détail de la fig. 21. Eléments volcaniques non classés, de taille très variable, tous bien arrondis. Plus clair : le ciment calcaire jaune du conglomérat. La cellule photoélectrique donne l'échelle.
- Fig. 24.- Détail de la figure 22 montrant une coupe à travers un Clypeaster. Roche et fossiles sont intimement diaclasés, interdisant le dégagement d'oursins entiers.



Fig. 19

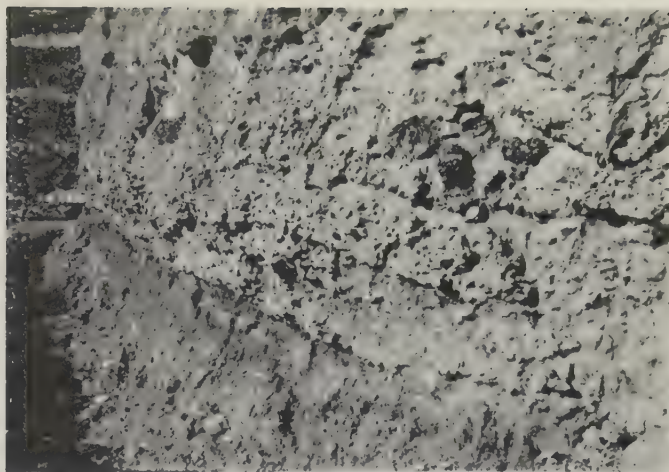


Fig. 20

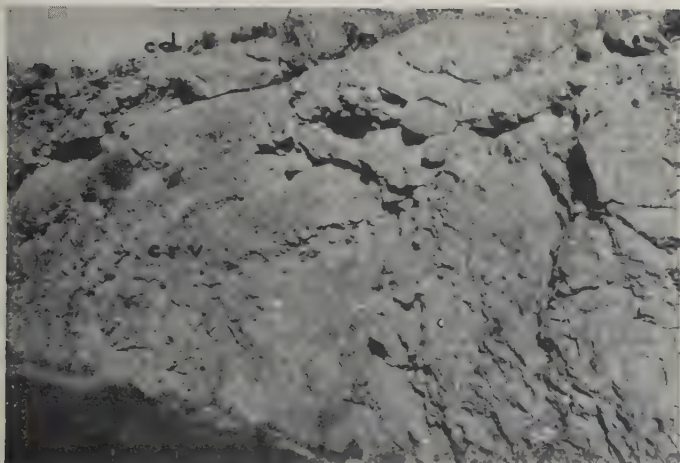


Fig. 21

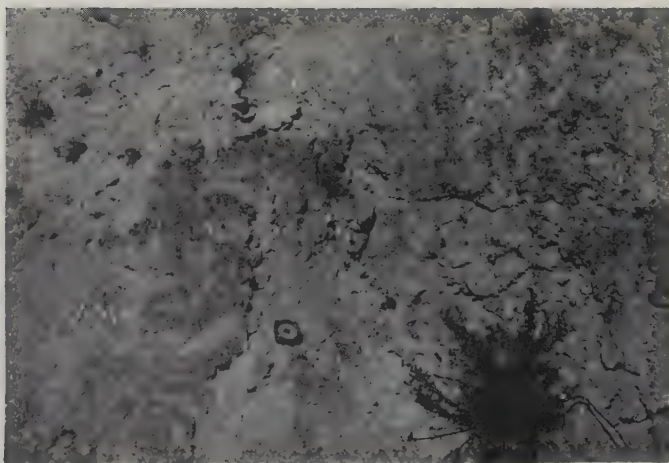


Fig. 22

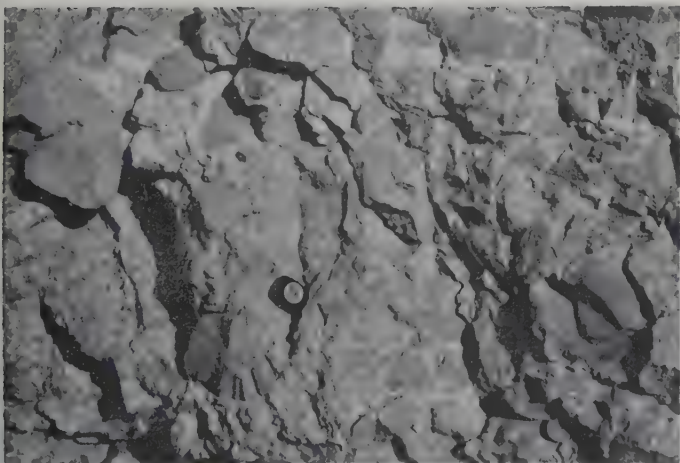


Fig. 23

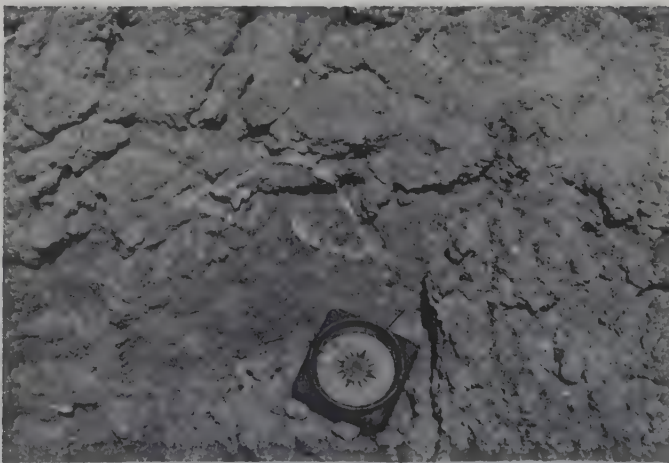


Fig. 24

3 - INTERPRETATION DES SERIES; LIAISONS AVEC LA TECTONIQUE ET L'EVOLUTION PALEOGEOGRAPHIQUE (Pl. XIV et XV).

Dans la Sierra de Gador, toutes les fois que la base des séries du Miocène supérieur est observable, on constate que celles-ci débutent par des conglomérats souvent puissants. De plus, ces séries reposent sur tous les grands éléments tectoniques constitutifs de l'édifice de nappes (des lambeaux malaguides aux névado-filabrides). Comme on a pu le voir, les matériaux constitutifs de ces conglomérats sont souvent empruntés à un substratum très proche (les matériaux rouges des formations malaguides remaniés presque sur place en constituent un bel exemple ainsi que d'une manière plus générale le faible degré d'usure des éléments des conglomérats). Les rapides variations d'épaisseur des niveaux détritiques de base (synclinal de las Almagreras, Cortijo del Calabrial) montrent que la transgression marine s'étend sur un substratum très accidenté. Localement même, une évolution paléogéographique détaillée peut être reconstruite : dans le secteur compris entre Vicar et Aguadulce, on voit les conglomérats de base remplir des dépressions ayant pour fond les phyllites (t1) de la nappe de Felix ou le conglomérat à éléments de roches éruptives du Toril de Vicar puis sur des chicots dolomitiques (t2 de la même nappe), et enfin, les poudingues calcaires et les calcaires organo-détritiques roses ou jaunes noient l'ancienne topographie tourmentée d'où les îlots dolomitiques disparaissent. Il est probable que ces calcaires ont envahi toute la bordure méridionale de la zone étudiée, sans recouvrir complètement (peut-être) le tiers occidental de la Sierra actuelle (dans le synclinal de las Almagreras, le bassin d'Ugijar, les environs de Fondon et Canjayar, on ne les trouve pas), ni atteindre le synclinal de Canjayar sans envahir complètement l'ensellement entre la Sierra de Gador et la Sierra Alhamilla.

Dans toute sa zone d'extension, ce faciès calcaire semble s'installer sur des séries antérieures dans un domaine peu subsident ou la transgression a une allure d'inondation relativement tranquille (près de Vicar, les sols rouges sont respectés ou à peine remaniés). Cette zone peut être opposée en ce sens aux domaines septentrionaux et orientaux où, au contraire, les séries essentiellement marno-gréseuses ou marno-gypseuses atteignent des puissances considérables (près de 400 m sur la coupe de la Rambla de Indalecio). Dans ces derniers domaines, la subsidence est rapide et donne naissance à des bras de mer profonds, aux parois abruptes ; au pied de ces parois (Nord de la Sierra de Gador, Nord de la Sierra Alhamilla, Sud de la Sierra Nevada, près d'Ohanes) s'écroulent des lambeaux entiers de phyllites ou de dolomies provenant de la nappe de Felix et de la nappe de Gador. L'aspect accidentel de ces phénomènes est souligné par leur mise en place dans des dépôts marneux à gypse qui témoignent, eux, d'un isolement au moins relatif de ces bras de mer (suffisamment abrités des dépôts détritiques, mais suffisamment ouverts aux influences marines franches, comme en témoigne leur microfaune). Ces bras de mer profonds sont limités par des lignes qui annoncent la géographie actuelle.

Au centre et au Sud de la Sierra de Gador, au-dessus des calcaires organo-détritiques, on ne trouve jamais d'autres dépôts. Ce fait est trop systématique pour qu'il puisse être expliqué par le simple jeu d'une érosion qui se serait attachée à ne décaper soigneusement que toutes les formations plus récentes.

Au N-E de la Sierra, les calcaires organo-détritiques sont plissés (secteur des mines de soufre de Gador), érodés et recouverts en discordance par une puissante série grés-argileuse, elle-même légèrement gauchie, débutant par des poudingues ou des grès. Immédiatement à l'W du secteur où la discordance est la mieux visible, les marnes et les calcaires sont impliqués dans une violente tectonique affectant tout l'édifice de nappes (coupe 25, secteur des écaillés d'Alhama de Almeria). La microfaune de la série détritique discordante indique également un âge tortonien élevé et bien que moins riche que dans les niveaux marneux sous-jacents, son état de conservation empêche de la considérer comme le produit d'un remaniement. La partie supérieure des coupes 11, 15, 27 et 33, et peut-être 6 et 7 (Pl. XIV) apparaît donc comme une troisième série sédimentaire Miocène élevée, prenant naissance pendant la réalisation de la tectonique post-nappe responsable des plis et accidents complexes illustrés à la fig. 5 (moitié N de la Sierra) et du gauchissement d'ensemble donnant à la Sierra de Gador son aspect quasi actuel. Entre ces deux séries sédimentaires tortoniennes, il est possible de situer une véritable phase tectonique qui s'annonce au cours de la première série sédimentaire par une subsidence importante là où elle aura ensuite les effets les plus violents. Sur les bordures et au sein des bassins persistants entre les reliefs qui surgissent, ses effets se traduisent par une reprise de l'érosion et un épandage de matériaux détritiques de plus en plus abondants provenant d'abord de l'érosion de la série tortonienne II (éléments des conglomérats mis en place dans les dépôts gypseux de la zone de Rioja par exemple) puis de l'érosion de l'édifice de nappes (dolomies, grès, abondance des micas et du fer dans la partie occidentale du synclinal de Canjayar). Par la suite, les gauchissements se poursuivent et accentuent encore la paléogéographie apparue entre les deux séries ; toute la zone acquiert à peu près son aspect actuel après la dernière série détritique (III). Enfin, au pied des reliefs les plus vifs, dans des conditions continentales, se mettent en place des grands cônes de déjection comme ceux du versant occidental de la Sierra Alhamilla. L'érosion de ces cônes, observable actuellement témoigne de la poursuite des mouvements verticaux jusque dans un passé récent : l'abondance des outils de pêche trouvés dans le site préhistorique de Los Millares (au pied d'Alhama de Almeria) ne pourrait-elle témoigner de l'existence à cette époque au moins d'un lac, peut-être d'un bras de mer s'étendant jusque dans les environs de Rioja et Santa Fe ? Enfin, le village de Pechina était un port jusqu'au IX^e siècle (A. PAILLETTE, 1842, J. SERMET, 1953) et il semblerait difficile d'expliquer l'avancée (13 Km) de l'ensablement de la basse vallée de l'Andarax (Rio Almeria), la naissance du delta final et sa pente actuelle par un simple alluvionnement.

Si l'histoire brève des deux grands épisodes sédimentaires d'âge tortonien élevé paraît ainsi interprétable, il reste deux points de détail à éclaircir. Près de Tabernas, la série II repose sur un conglomérat ployé en anticlinal, sans qu'il y ait de discordance nette entre les deux formations ; au S de la Sierra de Gador, la série II est transgressive sur des conglomérats à éléments de roche éruptive, au S, et sur l'édifice de nappe, au N.

On peut admettre que l'anticlinal de la Serrata del Pueblo (accident allongé dans l'axe du grand synclinal dissymétrique situé entre Sierras de Los Filabres et Alhamilla), est né au cours de la phase intra-tortonienne : son cœur est occupé par le conglomérat et ses flancs par la série essentiellement marneuse (de la série II). L'étude de ce conglomérat montre qu'il peut être envisagé comme un dépôt de piémont (série I, continentale ?). Il faut donc imaginer à une époque qui pourrait correspondre au Tortonien inférieur et moyen un relief venant jusque dans la région de Tabernas ; au pied de ce relief, le conglomérat se met en place. Sur le relief, à cette époque, les dépôts des nappes les plus élevées ont déjà été érodés. La dépression où s'accumulent ces dépôts détritiques grossiers semble avoir été étroite et allongée dans le sens EW puisque le plissement intra-tortonien ne les fait pas réapparaître entre le Tortonien élevé et la Sierra Alhamilla (flanc méridional très redressé ou même renversé du grand synclinal dissymétrique).

Au S de la Sierra de Gador, dans la région de Vicar, le conglomérat a éléments de roches volcaniques seuls pourrait avoir, on l'a vu, un âge Helvétien supérieur à Tortonien inférieur d'après les faits connus en Sierra de Gata. Cette datation semble confirmée par l'âge des marnes à huîtres ("Tortonien" franc, déjà élevé) qui ne le recouvrent pas directement mais peuvent être considérées comme le passage latéral de faciès d'une partie des poudingues polygéniques et grès qui reposent sur lui en légère discordance. L'absence d'éléments pouvant provenir de l'édifice de nappes à côté des éléments volcaniques puis l'absence d'éléments volcaniques dans les poudingues sus-jacents riches en éléments dolomitiques et quartzeux obligent à imaginer sur ce secteur un renversement paléogéographique entre le "Tortonien inférieur" et le "Tortonien supérieur" (entre série I et série II).

Sous la série tortonienne franche que j'ai appelée II, il faut donc en placer une autre : la série I. Entre les deux, la région est l'objet de la transgression marine franche au cours de laquelle l'enfoncement n'est pas un phénomène régulier (zones à subsidence plus ou moins forte). Reste à savoir si les séries I de la Serrata del Pueblo et de Vicar sont contemporaines ou non, en précisant que celle de Vicar est déjà marine (coquilles de Pecten), tandis que le dépôt de la Serrata del Pueblo n'est peut-être que continental.

Au chapitre V, ces interprétations vont permettre, à l'aide d'une série de cartes et de coupes, de reconstituer grossièrement l'allure paléogéographique de la zone étudiée, jusqu'à une époque située vers la limite Helvétien-Tortonien.

Avant d'aborder ces reconstitutions, il faut toutefois comparer ces résultats locaux aux données tirées de l'étude de deux régions plus orientales : le bassin de Sorbas (H.E. RONDEEL, 1965) et la bassin de Vera (H.R. VÖLK, 1966) et des zones occidentales et septentrionales.

[illegible]

Tableau IV. — Essai de corrélation entre les séries néogènes situées au N de l'axe constitué par les Sierras Alhamilla et Cabrera et les séries de la Sierra de Gador et de ses bordures.

4 - COMPARAISON AVEC LES ZONES VOISINES

4.1. Comparaison avec les zones orientales.

Dans le Bassin de Vera (entre les Sierras de los Filabres, Almagro, Almagrera et Cabrera), H.R. VÖLK (1966) a mis en évidence l'existence de séries qualifiées de néogènes "récentes" et "anciennes" discordantes sur l'édifice de nappes affectées. Ces séries elles-mêmes sont affectées de discordances internes ; certaines se poursuivent dans le Bassin de Sorbas, étudié par H.E. RONDEEL (1965), et plus proche de la zone faisant l'objet de cette étude.

Les stratigraphes spécialistes des formations néogènes ayant des difficultés à s'entendre entre eux, je me bornerai ici à des comparaisons basées sur les faciès et la géométrie de ces séries ⁽¹⁾. Ces comparaisons ont été résumées dans le tableau n° IV sur lequel je me suis borné à mettre la localisation stratigraphique la plus vague possible en raison des incertitudes quant aux corrélations possibles par le biais des microfaunes (voir par exemple les divergences de vue et les floraisons de termes dans H.R. VÖLK, 1966).

De la colonne I à la colonne II du tableau, les comparaisons sont facilitées par le fait qu'on peut suivre les roches du cycle II le long de la Sierra Alhamilla pour arriver dans la série de conglomérats et de marnes décrite par M. DURAND DELGA et J. MAGNE (1958). Au delà de Lucaínena, j'ai utilisé le fait que le matériel mésométamorphique remanié en gros blocs n'apparaît que dans la formation dite "Chozas" pour mettre la série I observée à la Serrata del Pueblo au même niveau. Ainsi, la formation "Turre" avec en particulier sa terminaison gypseuse ou à faciès récifal, pourrait être comparée à la série II des environs de la Sierra de Gador. Près de Lucaínena, la terminaison de cette formation manquerait. Les soulèvements que H.R. VÖLK place à la fin de l'épisode "Turre" seraient ainsi les équivalents des plissements et chevauchements observés dans la moitié N de la Sierra de Gador et au N de la Sierra Alhamilla. De même, on peut se demander si les séries d'Alamo ⁽²⁾ et d'Umbria ⁽²⁾ ne sont pas partiellement les équivalents latéraux du volcanisme de la chaîne du Cabo de Gata (helvétien à tortonien inférieur). Si c'est le cas, l'alignement des bassins de Vera, Sorbas et Gergal-Tabernas correspondrait à un sillon qui se formerait peu à peu, d'E en W, avec des à-coups pendant la période dite "Néogène ancien" ; le sillon par où s'infiltrerait la transgression néogène n'atteindrait finalement l'Alpujarra (entre Sierra de Gador et Sierra Nevada) qu'à l'époque de la "série II" (Néogène récent). Dans ce cas, pendant le "Néogène ancien", toute la partie correspondant aux Sierras de Gador et Alhamilla au

(1) Les déterminations de microfaunes ayant été réalisées par des Ecoles diverses à travers ces régions et moi-même n'étant pas spécialiste, les résultats de ces comparaisons n'en seraient que plus sujets à caution.

(2) Pour H. R. VÖLK (op. cit.), ces formations représenteraient une partie du Miocène inférieur.

moins, aurait été une zone haute, en cours d'érosion dont il faudrait rechercher les détritiques peut-être au N des Sierras de los Filabres et Nevada (dépression de Guadix) où il existe des dépôts de "Néogène ancien" (J.M. GONZALEZ DONOSO et J.A. VERA, 1968) post-tectonique ⁽¹⁾.

4. 2. Comparaison avec les zones voisines septentrionales et occidentales.

Le domaine le plus proche, au N de la Sierra de Gador, avec lequel on puisse tenter des comparaisons, se situe au pied septentrional de la Sierra Nevada : c'est le bassin de Guadix, au sens large.

Sur l'extrémité occidentale de ce bassin (région de Diezma) on vient de le voir, J. M. GONZALEZ DONOSO et J.A. VERA, (1968) ont décrit une puissante série détritique allant de l'Aquitanién au Quaternaire post-tectonique, au sein de laquelle J.A. VERA (1968) a reconnu un important épisode continental avant le Tortonien et ce même auteur pense que cette dépression communiquera avec celle de Grenade pendant une grande partie du Miocène.

Un peu à l'W de Diezma, entre Sierra Arana et Sierra Nevada, M. DURAND DELGA et J. MAGNE (1961) ont signalé la présence de terrains d'âge Oligocène supérieur ⁽²⁾ apparaissant dans des fenêtres tectoniques situées environ 5 Km au S du front des nappes alpujarrides.

Au N de la Sierra Nevada, à quelques kilomètres de distance, on aurait donc de l'Oligocène supérieur antérieur à une tectonique tangentielle qui ne peut pas être la tectonique de nappe s.s., d'après tous les résultats obtenus ailleurs (voir par exemple J. PAQUET, 1967) et de l'Oligocène supérieur postérieur à cette tectonique? ⁽³⁾. Pendant un court laps de temps (intra-oligocène supérieur), il faudrait situer des déplacements tangentiels de l'ordre de 5 km au moins. Dans les zones plus orientales, il y a bien des mouvements se situant à des époques voisines : J. PAQUET (1966 b) voit les nappes internes participer au chevauchement du Subbétique sur le Prébétique au Miocène inférieur ; H.E. RONDEEL (1965) envisage d'ultimes mouvements aquitaniens conduisant à la mise en place des lambeaux malaguides de la Sierra Cabrera. Les données actuelles manquant de précision et surtout de continuité au N de la Sierra Nevada, il semble encore impossible d'y tenter des comparaisons avec les faits reconnus plus au SE.

-
- (1) Les auteurs ne précisent pas s'il s'agit de terrains postérieurs à toute tectonique ou postérieurs seulement à la tectonique de nappe ; puisque cette série renferme une période d'émersion antétortonienne, il doit s'agir de la deuxième hypothèse.
- (2) Selon M. DURAND DELGA, 1970 (renseignement oral) cet Oligocène supérieur serait douteux.
- (3) Selon M. DURAND DELGA, 1970 (renseignement oral) et J. BOULIN (1968, p.306) il s'agirait d'un grand cisaillement.

Laissant de côté ces points d'interrogation pour descendre vers Grenade, on retrouve des formations tertiaires discordantes sur l'édifice de nappes, dont les plus anciennes appartiennent selon J.M. GONZALEZ DONOSO (1968) à un Oligocène supérieur - Burdigalien d'abord marin, puis lacustre, suivi, sans solution de continuité, par le Tortonien (inondation ?) dans lequel cet auteur reconnaît 4 épisodes ("subtramo") séparés par des discordances ou des lacunes ; les trois premiers sont marins et le quatrième, continental, correspond à une émergence inégalement rapide mais généralisée du domaine qu'il a étudié.

Ainsi, dans l'état actuel des connaissances, au N de la Sierra Nevada, dans les bassins de Guadix et de Grenade, il y aurait une sédimentation continue de l'Oligocène supérieur au Miocène supérieur sans les interruptions que l'on connaît au S (l'émergence antétortonienne mise à part). Entre les deux bassins s'achèverait la mise en place des unités internes ou reprendraient de nouveaux mouvements tangentiels pendant cet épisode de dépôts continus ? Cela paraît difficile à admettre, compte tenu de la chronologie et de la nature des événements reconnus plus à l'E.

J.M. GONZALEZ DONOSO (1968) a appelé formation "Murchas" les dépôts d'âge Oligocène supérieur - Burdigalien et d'après F. ALDAYA (1969 b), on retrouverait ces dépôts de l'autre côté de la Sierra Nevada, sur sa terminaison occidentale, près de Lanjaron où elle repose sur les schistes de la nappe de Murtas ⁽¹⁾. C'est jusqu'à présent le seul point où des formations transgressives post-nappes de cet âge sont connues dans la dépression qui court au pied de la Sierra Nevada et qui communique avec l'actuel bassin de Gergal-Tabernas par l'Alpujarra. Ces dépôts pourraient être liés à l'existence d'un golfe de la mer d'âge "Oligocène supérieur - Burdigalien" qui s'avancait vers le S, à l'W de la Sierra Nevada ?

Dans tout le secteur compris entre le Rio Grande de Adra et le Rio Guadalfeo, on ne connaît de formations néogènes transgressives sur l'édifice de nappes que dans la dépression qui va de Orgiva à Ugijar où F. ALDAYA (1969 b) a identifié des dépôts tortonien auxquels ceux des bordures de la Sierra de Gador se raccordent parfaitement jusque dans la région de Cadiar. Les marnes du Tortonien de la dépression de Cadiar-Ugijar se relient probablement à celles de la zone d'Orgiva puis elles ont été érodées et recouvertes ensuite par des dépôts détritiques que F. ALDAYA (op. cit.) attribue au Plio-Quaternaire ; ceux-ci peuvent reposer directement sur l'édifice de nappes.

A l'W du Rio Guadalfeo, dans la région étudiée par J. BOULIN (1968, p. 300), le Miocène supérieur n'est représenté que dans deux petits bassins (Guañar-Faraguit et Albuñuelas) ayant été eux-mêmes tectonisés par la suite.

(1) C'est-à-dire sur la semelle de la nappe interne la plus élevée du secteur étudié par F. ALDAYA (1969 b) - voir le chapitre XI -.

4. 3. Conclusions

Dans la région étudiée et sur ses bordures, toutes les formations transgressives appartiennent à un Miocène élevé et reposent sur un édifice de nappes entièrement réalisé. Ces formations du Miocène supérieur sont affectées par une phase tectonique importante et reflètent les hésitations de la région visant la recherche d'un nouvel équilibre, non encore atteint, si l'on en juge par les faits actuels (tremblements de terre, par exemple). Entre les dépôts du Miocène supérieur et le "Néogène ancien", il faut situer l'essentiel du volcanisme du Cabo de Gata qui pourrait s'être manifesté avant puisqu'il renferme de rares intercalations d'Aquitaniens - Burdigaliens (A. PAEZ et C. SANCHEZ, 1965 et J.M. FUSTER et al., 1965) à la base, et ne traverse que rarement la formation "Turre" (= série II) : dans le bassin de Vera - Vérites - (H.R. VÖLK, 1966) et dans le Campo de Nijar (H.P. ZECK, 1968).

C'est à la limite Oligocène - Miocène que se situeraient des problèmes importants à résoudre concernant :

- les ultimes mouvements malaguides qui pourraient n'être que localisés et se placeraient "entre l'Aquitaniens - affecté par le charriage - et le Burdigalien dont on sait maintenant qu'il est, dans les zones internes, transgressif sur les nappes" (M. DURAND DELGA, 1968) ;

- les cisaillements au sein des zones internes et ceux qui entraînent des chevauchements des zones internes sur les zones externes, au N de la région étudiée (versant septentrional de la Sierra Nevada) ; ils seraient postérieurs "à une partie au moins de l'Oligocène" (M. DURAND DELGA et A. FOUCAULT, 1967).

Dans la région faisant l'objet de cette étude, il faut rappeler pour terminer, qu'aucun indice n'a été trouvé pour fixer la fin exacte des mouvements tangentiels (mise en place des nappes). Par contre, l'édifice de nappe y a subi une histoire complexe qu'il va falloir maintenant éliminer pour reconstruire son allure à une époque aussi proche que possible de sa réalisation, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'on ne puisse rien lire dans les formations postérieures.



CHAPITRE V

RECONSTITUTION DE L'EVOLUTION REGIONALE RECENTE ET DE LA FORME DE L'EDIFICE DE NAPPES AVANT LA TRANSGRESSION MIOCENE

1 - GENERALITES - METHODE

L'âge des formations recouvrant l'édifice de nappes et leur architecture étant connus (en particulier les rapports entre les différentes séries et entre les faciès de la série II), il faut maintenant tenter de reconstituer la forme de l'édifice de nappe avant le dépôt des trois séries recensées. Cette opération ne pourra pas être effectuée par les méthodes stratigraphiques classiques puisque dans l'élément le plus important qu'il faudra effacer sur la carte (la série II) les variations d'épaisseur et de faciès sont rapides et il n'y a pas une biozone qui permettrait de repérer une horizontale de départ. Il ne reste qu'une solution pour tenter d'effectuer cette reconstitution : celle qui utilisera la signification paléogéographique des faciès et leurs relations spatiales.

Je procéderai par étapes successives, tenant compte des faits et interprétations suivants :

1. le gauchissement de la série III étant considéré comme négligeable, les structures acquises entre le dépôt des séries III et II (phase tectonique intra-tortonienne) seront effacées ;
2. les dépôts de calcaires biodétritiques seront considérés comme les dépôts d'un haut-fond à l'abri des apports terrigènes continentaux, encadrés par des dépôts marno-gypseux, marneux et marno gréseux de bassin subsident (série II) ; la répartition et la nature des faciès détritiques de la base de la série II permettront de préciser une morphologie régionale au début de la transgression ;
3. la répartition des conglomérats à éléments de roche éruptive de la série I conduira à tracer une partie des limites marines locales, à une époque voisine de la limite Helvétien - Tortonien. A ce stade, je supposerai que le conglomérat de la Serrata del Pueblo était en place (marin ou continental).

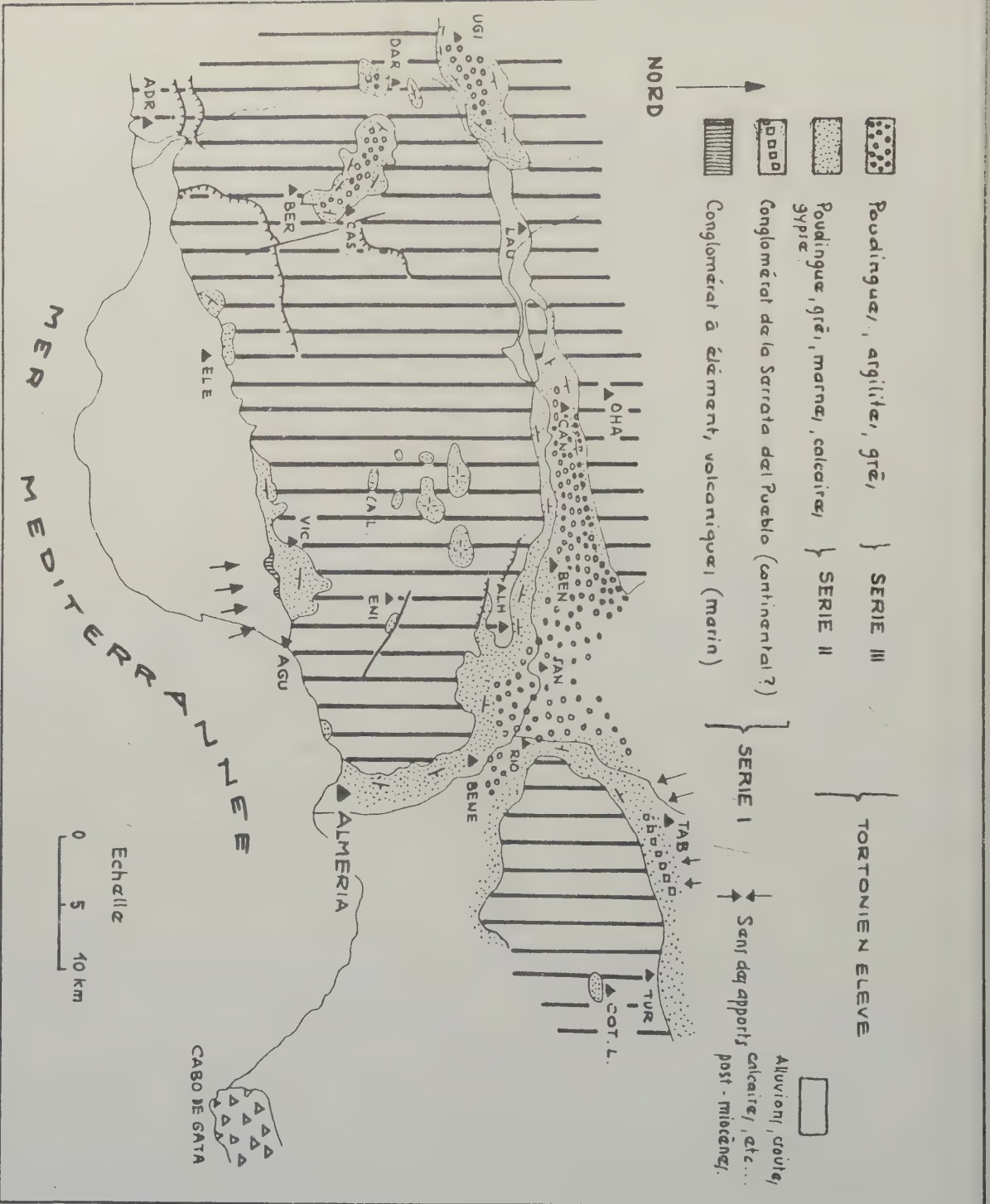


Fig. 25. — Carte schématique de la répartition actuelle des formations néogènes dans la région étudiée.

2 - ELIMINATION DE LA TECTONIQUE RECENTE

La figure 25 donne l'aspect cartographique schématique actuel de la région étudiée avec, en particulier, la répartition des faciès attribués aux séries I, II et III du Néogène. Seuls, quelques grands accidents ont été représentés, impliquant le Néogène (l'allure spatiale de celui-ci a été donnée sur la pl. XII). J'y ai figuré aussi deux grands accidents appelés pour le moment "chevauchants"⁽¹⁾ situés entre Adra, Berja et El Ejido, dans lesquels il n'y a pas de Néogène impliqué et dont l'origine ne pourra être discutée que dans un contexte régional plus vaste que celui de la Sierra de Gador considéré à lui seul (voir le chapitre XI).

Sur cette carte figure aussi un certain nombre de pendages destinés à rappeler l'allure générale du Néogène et qui serviront à déplier les déformations récentes (fig. 25) d'âge tortonien et plus jeunes. Ces dernières se traduisent ici par des bombements à très grand rayon dont l'importance locale est assez faible et dont le rejeu au cours de ce que L. GLANGEAUD et al. (1966) appellent les phénomènes "ponto-plio-quatérnaires" n'auraient eu qu'un effet de rajeunissement. C'est à ces péripéties complexes que J.M. FONTBOTE (1957) rattache la surrection de la Sierra Nevada dont il envisage le début au Miocène.

Sur la figure 26, les synclinaux de las Almagraras-Castala, de la route Darrical-Lucaïna, d'Ugijar et de Canjajar-Bentarique ont été dépliés. Les accidents de la zone d'Alhama ont été effacés et enfin, l'extrémité occidentale de la Sierra Alhamilla et la bordure méridionale de la Sierra de Gador ont été remises à plat. Cette carte donne l'allure de la région avant la phase de plissement intra-tortonienne, d'une façon artificielle : j'ai supposé, pour le dessin, que presque toute l'érosion du Néogène (en grande partie contemporaine du plissement) était déjà réalisée, et qu'il n'y avait pas encore de dépôt appartenant à la série III. Ainsi dessinée et comparée à la fig. 25, cette carte permet d'évaluer les raccourcissements qui se sont opérés sur la bordure N des sierras de Gador et Alhamilla pendant cette phase de plissement (en sens inverse des flèches ; leur importance est voisine du kilomètre). Ces raccourcissements sont plus importants à l'E de la Sierra de Gador où il faut ajouter à ce chiffre ceux qui résultent de la mesure des recouvrements réalisés au sein des écaillés d'Alhama ; dans ce secteur, on peut estimer cette augmentation à 1,5 à 2 km, là où ils sont les plus importants, c'est-à-dire immédiatement à l'W et au S d'Alhama de Almeria.

(1) Sur les figures n° 26, 27 et 28, ces accidents ont été supprimés pour des raisons de clarté. Je les ai rétablis sur les figures n° 29 et 31.

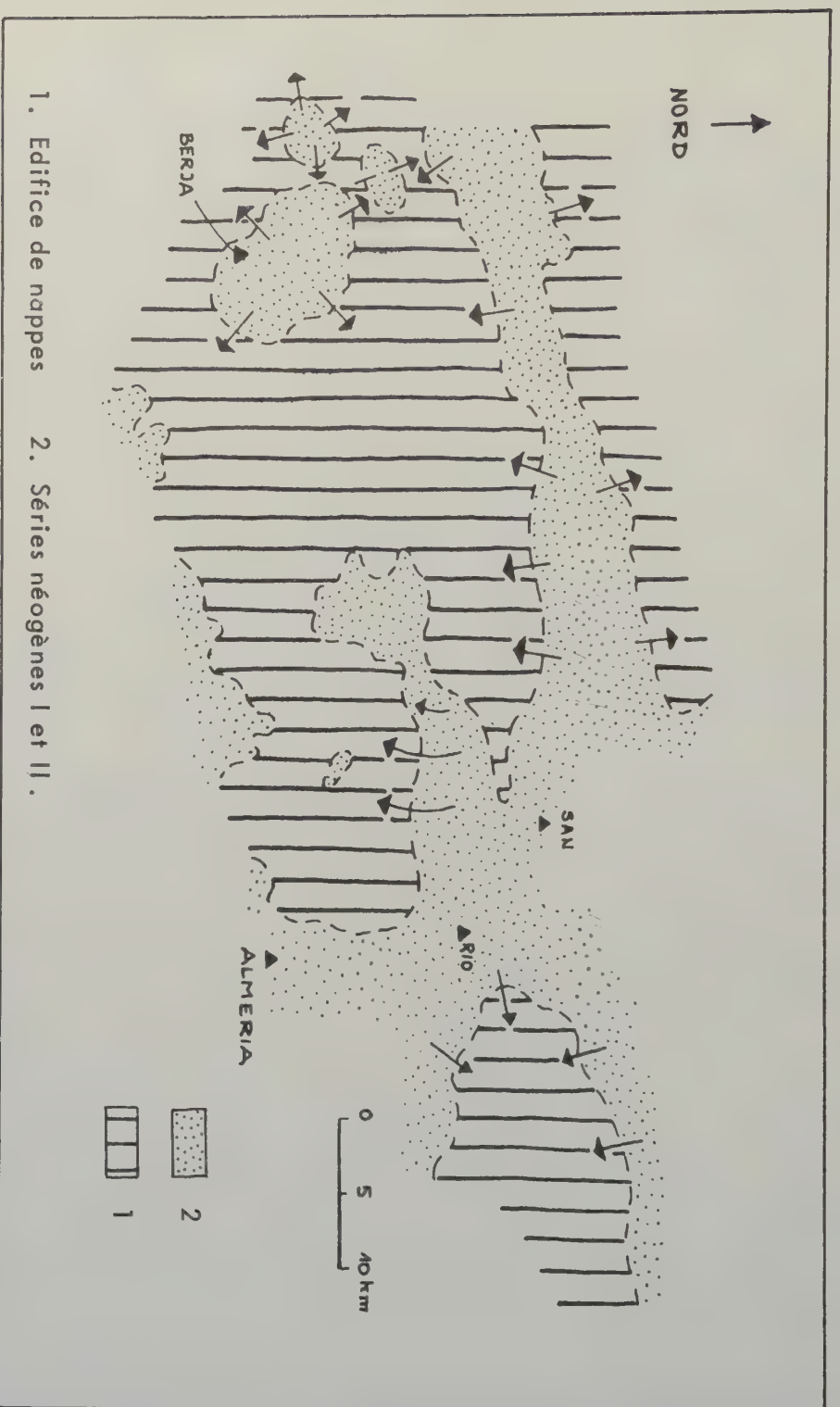


Fig. 26. — La région étudiée avant les plissements et chevauchements d'âge miocène terminal. Les flèches indiquent dans quelles directions il a fallu élargir les affleurements des formations appartenant aux séries sédimentaires II et I. — La carte schématique ne tient compte que très partiellement de l'érosion qui a accompagné cette phase tectonique.

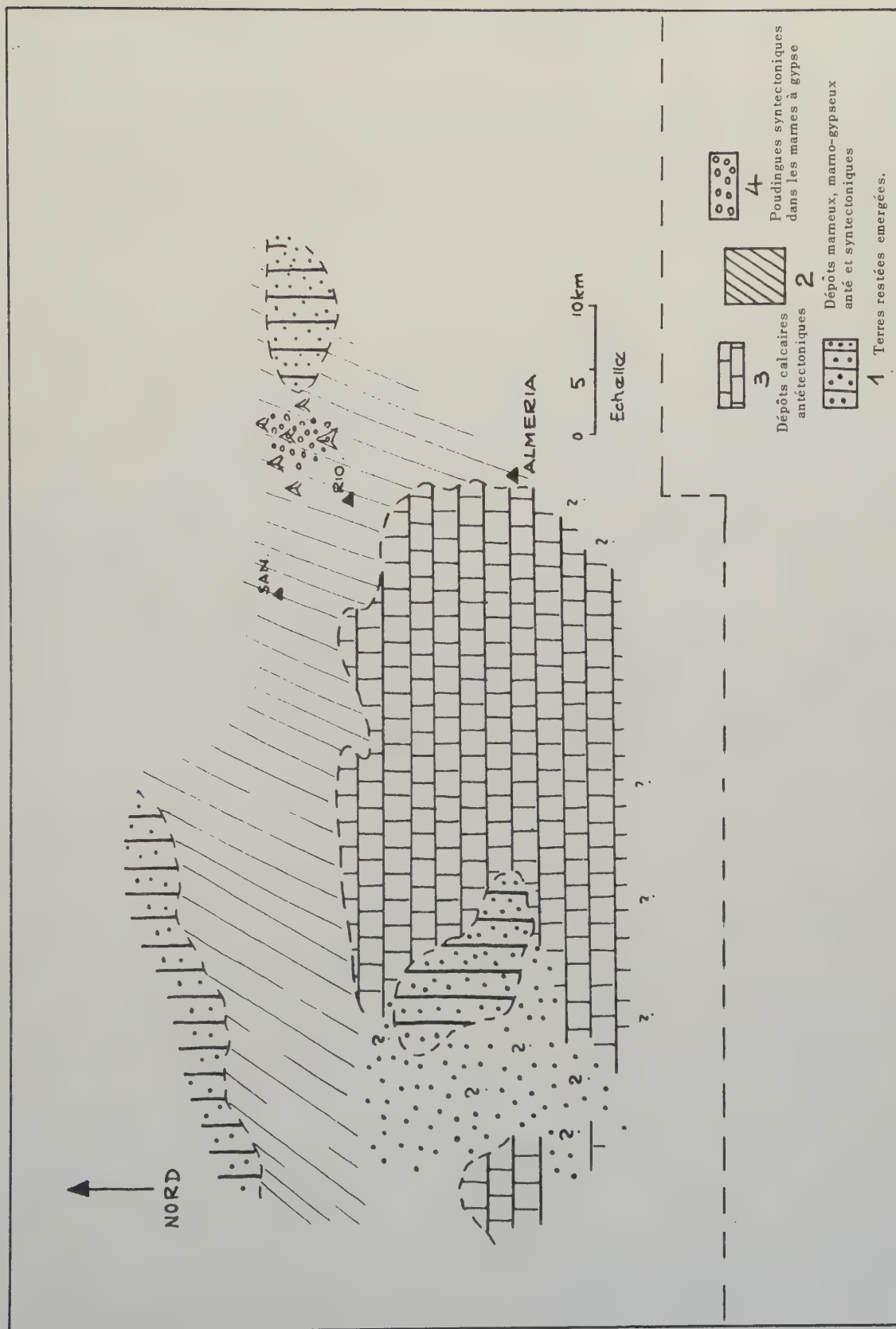


Fig. 27.- La région étudiée, avant les mouvements d'âge Miocène terminal.
Répartition des faciès de la série II à la fin du dépôt des calcaires organo-détritiques.

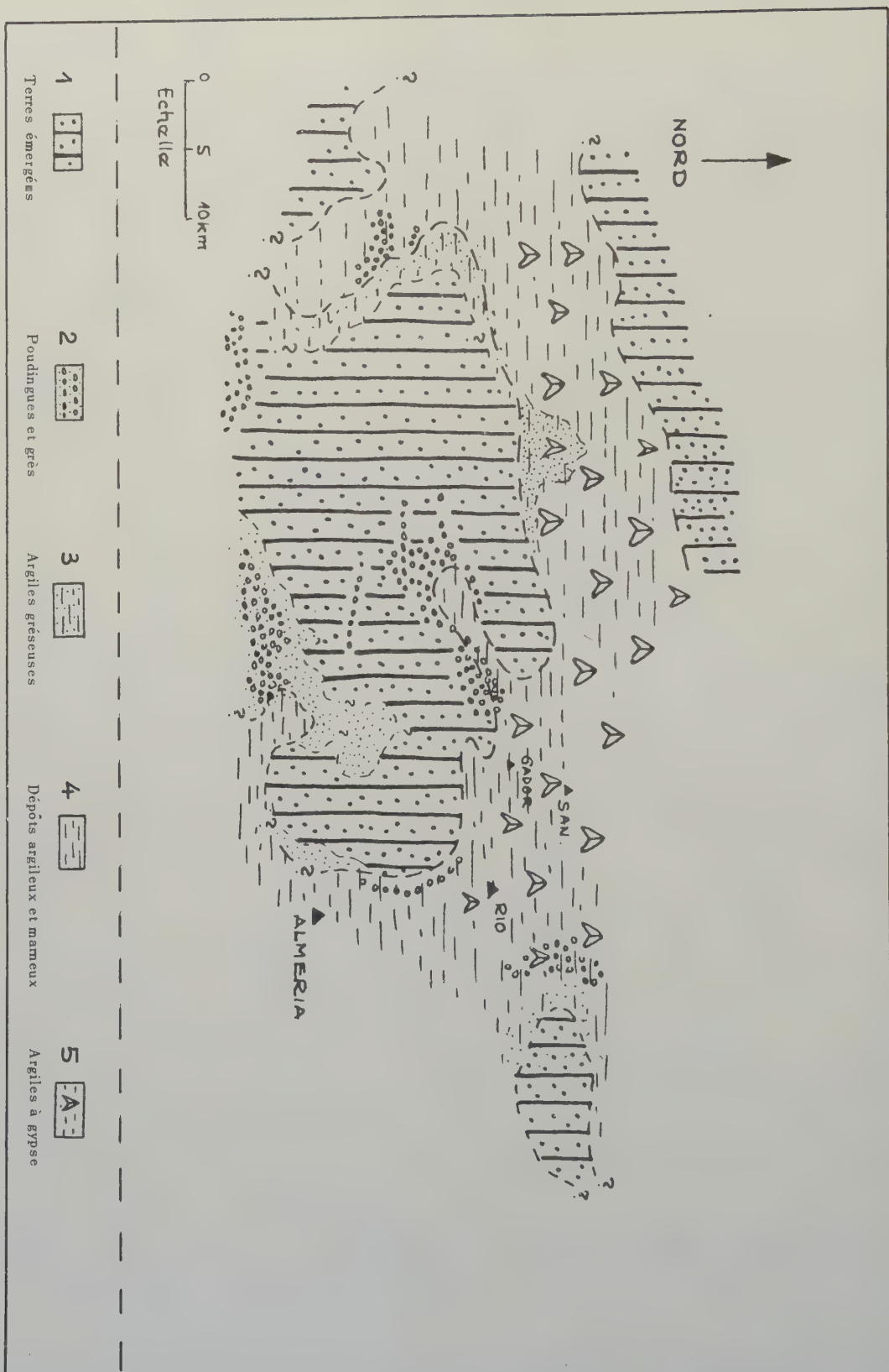


Fig. 28. — La région étudiée, avant les mouvements d'âge Miocène terminal.
Répartition des faciès de la série II, avant le dépôt des calcaires organo-détritiques.

3 - REPARTITION DES FACIES DE LA SERIE MIOCENE II

A partir de la carte montrant comment il faut déplier la région (fig. 26), compte tenu des passages latéraux de faciès observés et des remarques concernant la répartition des calcaires bio-détritiques faites au chapitre IV, j'ai tenté d'imaginer ce qu'était la région étudiée à la fin de la série miocène II (fig. 27, voir aussi la planche XV).

Il est possible qu'à cette époque, la Sierra de Gador ait joué le rôle d'un haut fond bordé au N et à l'E par des bassins subsidents où finissaient de s'accumuler en particulier des dépôts de marnes à gypse. Sur le haut fond ne s'étaient déposés que les calcaires bio-détritiques (produits de démolition de récifs à Algues et Bryozoaires et récifs en place). Peut-être une partie de cette Sierra est-elle restée émergée, ainsi que l'arête de la Sierra Nevada et celle de la Sierra Alhamilla ? Sur la bordure NW de la Sierra Alhamilla, dès cette époque, les dépôts marno-gréseux de la série II sont en cours de reprise et on les trouve remaniés dans les niveaux conglomératiques qui envahissent le bassin où se déposent encore des marnes à gypse (au N de Rioja, coupe de la Rambla de Indalecio).

Avant le dépôt des calcaires bio-détritiques, la Sierra de Gador et la Sierra Alhamilla constituent probablement deux domaines émergés (fig. 28) à l'intérieur desquels s'avancent des golfes en cours de subsidence et peut-être déjà en cours de rétrécissement dans la future zone d'Alhama. Existe-t-il à cette époque une communication entre la mer méridionale et le bras de mer tortonien occupant approximativement la place actuelle de la dépression située entre Sierra de Gador et Sierra Nevada ? Aucun témoin de cette série II n'existe entre Berja et la Añeca pour pouvoir l'affirmer mais les dépôts du futur synclinal de las Almagreras-Castala sont en communication avec la mer franche, d'après leur microfaune, peut-être au moins par le Nord de la Sierra de Gador et par dessus un seuil qui devait se situer entre Fondon et Canjayar où les marnes à gypse (maintenant pincées en synclinal) étaient peu puissantes (seuil de Fondon). A l'E, entre Sierra de Gador et Sierra Alhamilla, l'ensellement orienté SE - NW est déjà réalisé et renferme de puissants dépôts marno-gréseux. Peut-être subsiste-t-il pourtant dans cette zone à la fin de cette époque un seuil qui sépare le bassin de Santa Fe - Rioja de la mer franche, isolant ainsi une aire où règnent les conditions restreintes nécessaires à la réalisation des concentrations salines dans les eaux responsables des dépôts gypseux. C'est au N de ce seuil et dans le golfe situé à l'W de Gador que se mettent en place des dépôts actuellement riches en soufre et en alunite. De même, les formations métamorphiques des nappes (et en particulier d'un côté celles de la nappe de Felix, de l'autre celles de l'Ensemble névado-filabride) peuvent être envisagées aisément comme le stock d'où provenaient tous les éléments qui ont contribué au dépôt des argiles (il y aurait là un beau sujet d'étude sur les problèmes d'héritage et de néoformation).

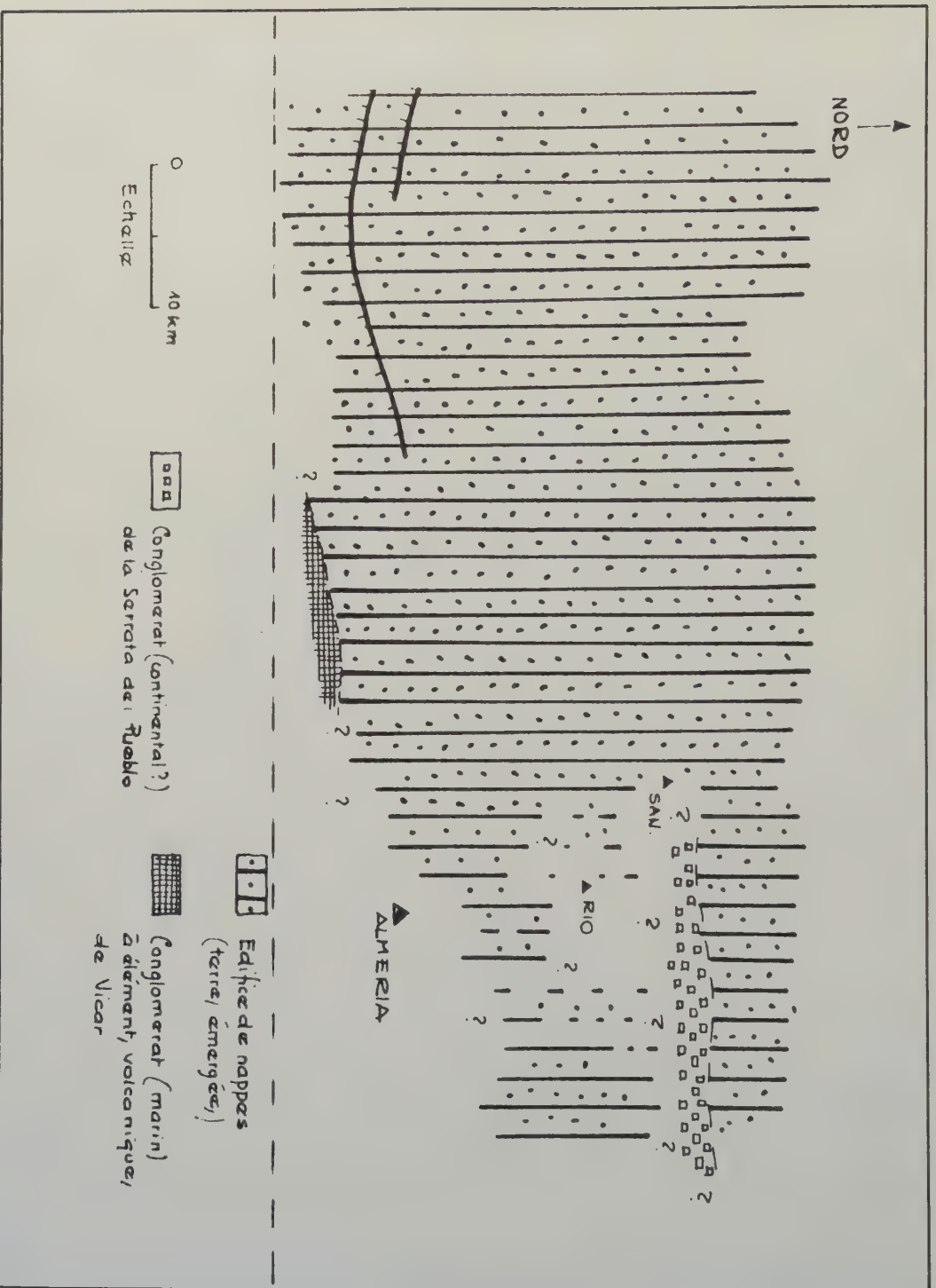


Fig. 29. — La région étudiée, avant les mouvements d'âge Miocène terminal, après le dépôt des conglomérats de Vicar et de la Serrata del Pueblo (à la limite Helvétien - Tortonien ou au Tortonien inférieur).

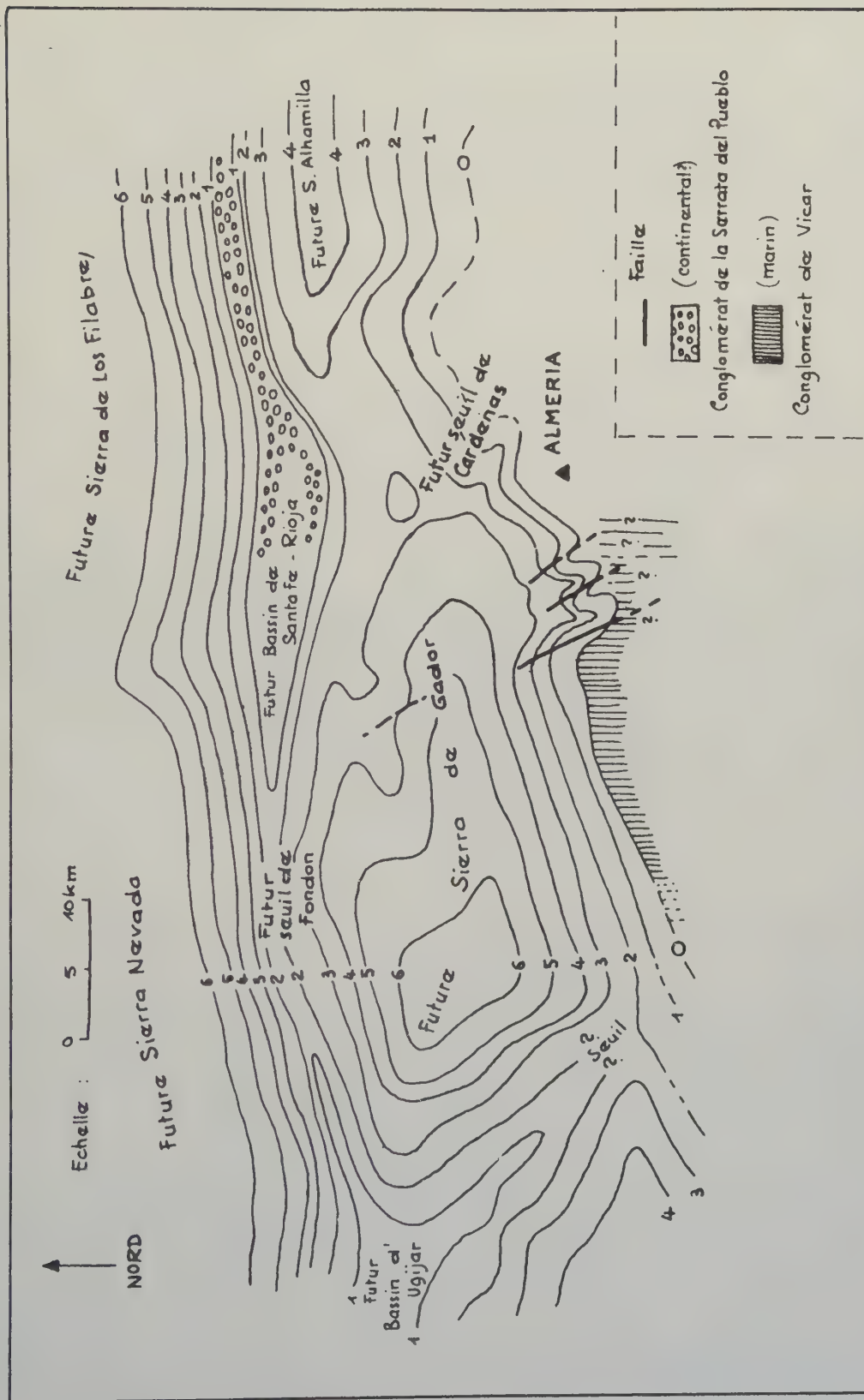


Fig. 30.— Esquisse de la topographie de la région étudiée, vers la limite entre l'Helvétien et le Tortonien. De la courbe de niveau 0 à la courbe 6, les altitudes vont en croissant. La courbe 0 correspond au niveau hypothétique de la mer à cette époque.

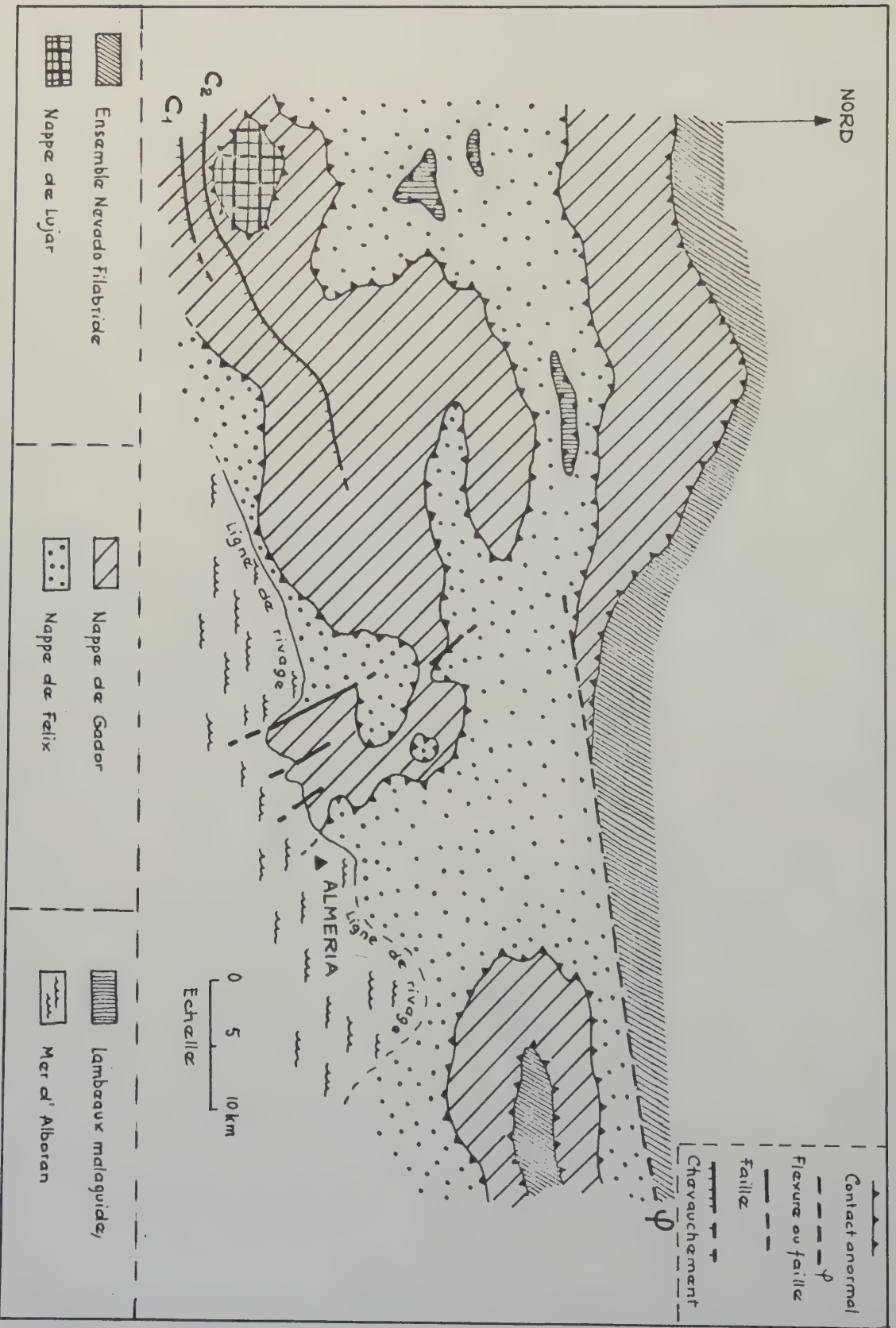


Fig. 31. - Tentative de reconstitution cartographique et géologique de la région étudiée à la limite Helvétien - Tortonien.

Avant les dépôts argileux (fig.29), la Sierra de Gador représente un domaine émergé encore plus vaste où ne doivent se mettre en place des dépôts détritiques que dans des dépressions séparées par des reliefs assez vigoureux : en particulier ceux que l'on peut encore dessiner facilement dans la région comprise entre Vicar et Aguadulce, près du Calabrial, dans la zone de la Rambla del Mosco. Localement, ces dépôts détritiques recouvrent des dépôts tertiaires préexistants (conglomérats de Vicar et de la Serrata del Pueblo).

4 - CONSTITUTION GEOLOGIQUE DE L'EDIFICE AVANT LES DEPOTS CONGLOMERATIQUES (SERIE I)

Dans le secteur étudié ainsi que sur ses bordures immédiates, il est impossible de savoir exactement quelle a été l'extension géographique exacte des dépôts conglomératiques de Vicar ou de la Serrata del Pueblo.

Pour les premiers toutefois, d'après leur répartition cartographique, on peut supposer que leur extension vers le N pouvait être une limite proche de leur limite septentrionale actuelle. Vers l'W, ils disparaissent sous les alluvions récentes et leur extension est impossible à préciser. Vers l'E, puisqu'on n'en trouve pas sous les témoins de calcaires bio-détritiques des falaises situées entre Aguadulce et Almeria, on peut supposer qu'ils n'y ont jamais été représentés : ce secteur aurait déjà été un relief à cette époque et ceci conduit à considérer le grand accident SSE - N NW limitant également les affleurements de la nappe de Felix comme un accident antérieur au Néogène. D'autres accidents de même direction, fréquents le long de la côte et sur la terminaison orientale de la Sierra, qui régissent la puissance des dépôts tortoniens, pourraient être contemporains.

Quant au conglomérat de la Serrata del Pueblo, il se met en place, on l'a vu, dans une dépression étroite dont l'extension vers l'W n'est pas connue avec précision mais qui aurait pu s'étendre assez loin vers l'E et, peut-être, communiquer avec des zones remplies par des dépôts du même type reconnues dans les bassins de Sorbas et de Vera. Cette communication doit être considérée comme hypothétique en raison d'un seuil possible au moins à l'W de Sorbas, analogue à celui mis en évidence par H.R. VÖLK (1966) entre les bassins de Vera et de Sorbas.

A l'époque située entre les séries I et II, on peut donc imaginer la topographie de la région comme l'indique la figure 30 où il est possible de situer le niveau marin (courbe de niveau 0.) sur une certaine distance mais où il est impossible de donner une cote réelle aux courbes de niveau situées à des altitudes croissantes.

En fonction de cette carte topographique et de la constitution du substratum sur lequel vont se déposer les formations de la série II, il est possible d'esquisser encore une carte géologique hypothétique de la région à cette époque dont le dessin a été réalisé (fig.31) en tenant compte des phénomènes d'érosion qui se situent entre les séries I et II.

5 - INTERPRETATION DES GRANDES STRUCTURES REGIONALES POST-NAPPES

La comparaison de cette carte avec l'actuelle révèle l'absence de modifications profondes dans la structure de l'édifice depuis cette époque ; elle permet de mesurer la grande extension de la nappe de Felix avant l'érosion tortonienne. Le fait que la Sierra de Gador et ses abords aient déjà eu alors une allure voisine de l'actuelle montre que les jeux intratortonien ont été surtout des jeux de socle, déjà esquissés avant le Tortonien. La région paraît avoir été découpée dès cette période en une série de blocs de forme géométrique rappelant une série de parallélogrammes à petits côtés, inclinés vers l'W, légèrement voussés, suivant leur diagonale orientée ESE - WNW ; cette dernière est légèrement pentée vers l'ESE (fig.32). Sur la carte de la figure 30, deux de ces parallélogrammes sont représentés (Sierra de Gador, Sierra Alhamilla) et il semble qu'il en existe d'autres dans la région (Sierra de Lujar et Contraviesa, Sierra Nevada, Sierra de los Filabres -fig.32-). Si les directions SE - NW ont eu des jeux de décrochements en rapport avec le rapprochement des blocs continentaux africains et européens comme l'ont supposé Ch. BARROIS et L. GLANGEAUD (in G. GIERMANN et al. 1968), les mouvements horizontaux auraient pu à la rigueur être très faibles pendant le Tortonien entre sierras de Gador et Alhamilla mais les déplacements de grande amplitude en ce point seraient à placer avant le Miocène supérieur puisqu'ici, les dépôts tortoniens ne sont pas affectés par ces décrochements et ne fossilisent aucun élément permettant de dire que ce jeu aurait pu avoir lieu pendant leur dépôt. Sur ce sujet, dans la zone de Vera, H.R. VÖLK (1968) a été lui aussi d'une grande prudence dans ses hypothèses.

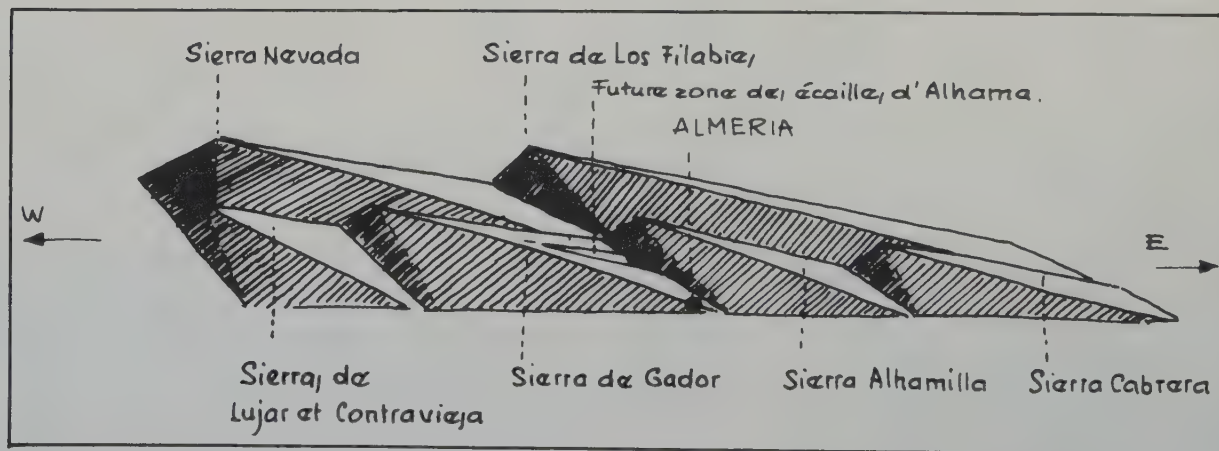


Fig. 32. — Représentation schématique du découpage en blocs géométriques du SE de l'Espagne.

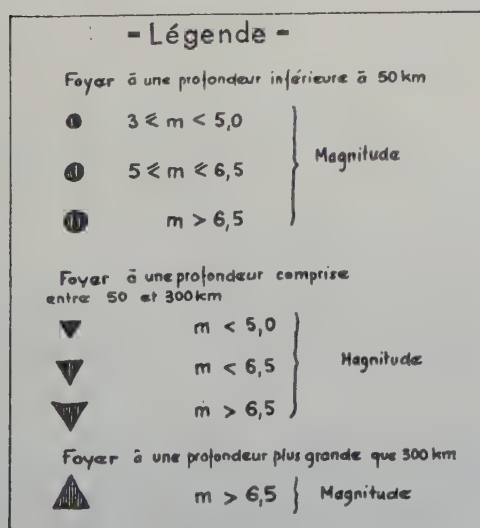
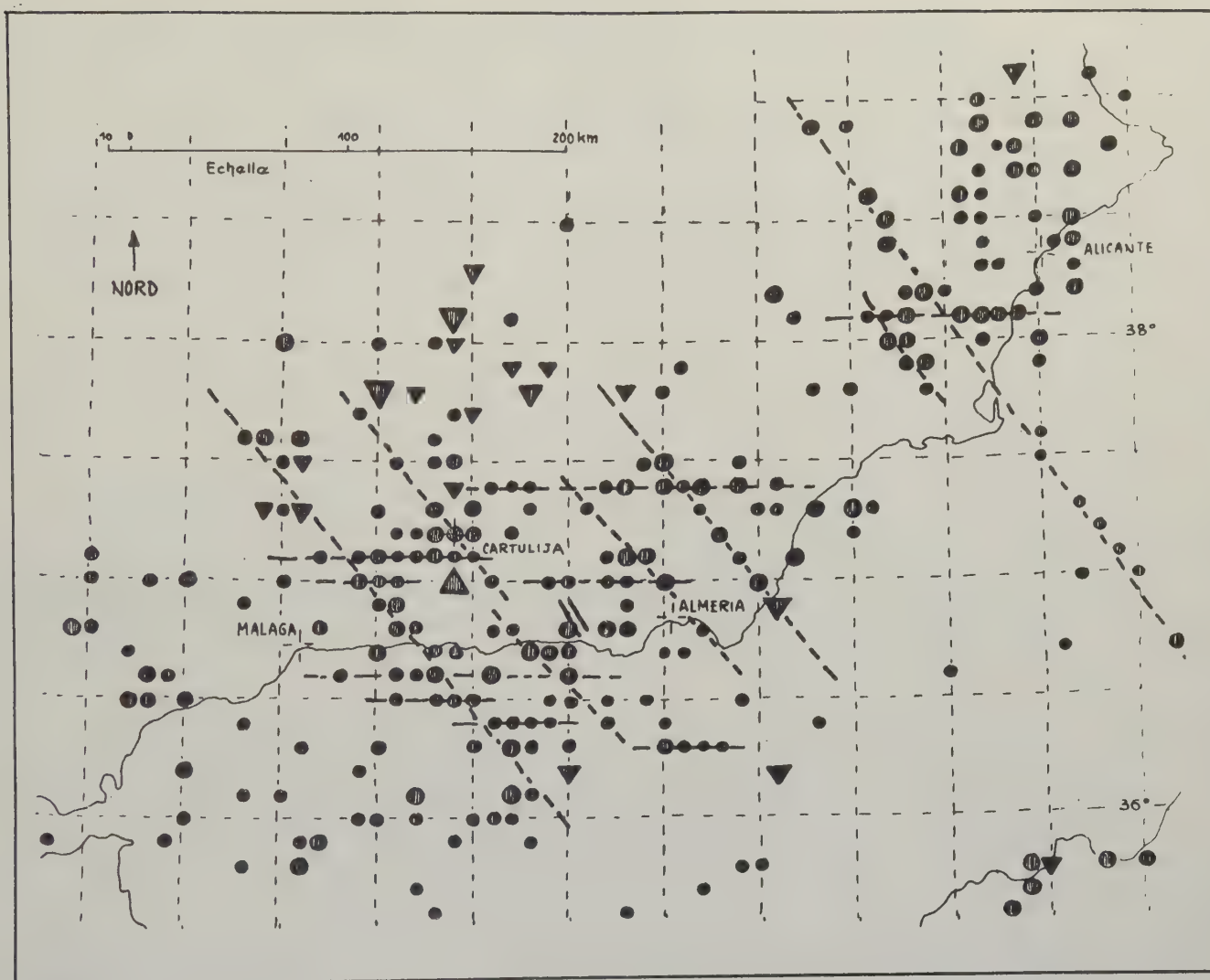


Fig. 33.— Epicentres des séismes du S de l'Espagne et de la mer d'Alboran.
D'après J.M. MUNUERA (1960)
(extrait).

Le découpage en blocs parallélépipédiques systématiquement basculés vers l'E S E et les oscillations de ces blocs au cours du Miocène supérieur accompagnant un enfoncement général pourrait expliquer les différences de subsidence observées dans le périmètre étudié et aussi, finalement, les différences de tectonisation des dépôts du cycle II au cours d'une phase qui résulterait surtout d'un serrage de parallélépipèdes dans le sens S-N affectant essentiellement les fossés orientés autour de la direction E W. Pendant cette phase, les jeux antérieurs, éventuels, des accidents N N W - S S E seraient conservés et la topographie régionale resterait à peu près ce qu'elle était avant le Tortonien.

Il est intéressant de constater que la plupart des tremblements de terre enregistrés se situent à l'E, au N et à l'W d'Almeria, surtout le long des deux directions engendrant les parallélogrammes (fig.33) ce qui tendrait à prouver que les jeux (dans quelque sens qu'ils soient) ne sont pas terminés et un autre argument en faveur de cette hypothèse réside dans la vigueur des reliefs de faille (de direction E S E - W N W) observables actuellement surtout près de Beninar et d'Hirmes (dépression de Berja) ⁽¹⁾. Pour terminer, il faut noter la liaison souvent étroite entre les directions qui découpent les parallélogrammes et la position de quelques appareils volcaniques du S de l'Espagne et dans la mer d'Alboran (voir G. GIERMANN et al., 1968).

Si l'on peut penser que les grandes directions cassantes régionales sont encore vivantes, il est par contre plus difficile de situer leur date de naissance. Si elles sont en rapport avec le volcanisme, celui-ci débutant (autant qu'on puisse l'affirmer) dans le courant de l'Aquitanién (voir les données du tableau IV), ces accidents pourraient avoir le même âge et dans ce cas, ils suivraient peut-être de près la fin des mouvements tangentiels ⁽²⁾. Quoi qu'il en soit, la géométrie et la composition de la Sierra de Gador et de ses abords avant les mouvements néogènes étant maintenant connue, il reste à poursuivre dans les chapitres suivants, la dissection de l'édifice de nappes, en commençant par l'élément le plus élevé (Ensemble malaguide) pour atteindre le plus profond (Ensemble névado-filabride).



(1) On est effrayé à la pensée de ce qui pourrait rester des châteaux de cartes de certaines zones urbanisées pour le tourisme, au cas où l'un de ces accidents se révélerait un jour ! Je me suis ouvert de cette inquiétude auprès de divers promoteurs et n'ai trouvé en face de moi qu'ignorance de cette éventualité !

(2) Pour ce qui est de la cicatrisation des contacts anormaux dans les zones les plus méridionales et les plus orientales de l'édifice (S E de la Province d'Almeria), des accords étant encore à réaliser pour établir la stratigraphie des formations récentes, il serait prématuré d'y tenter une chronologie détaillée des événements.

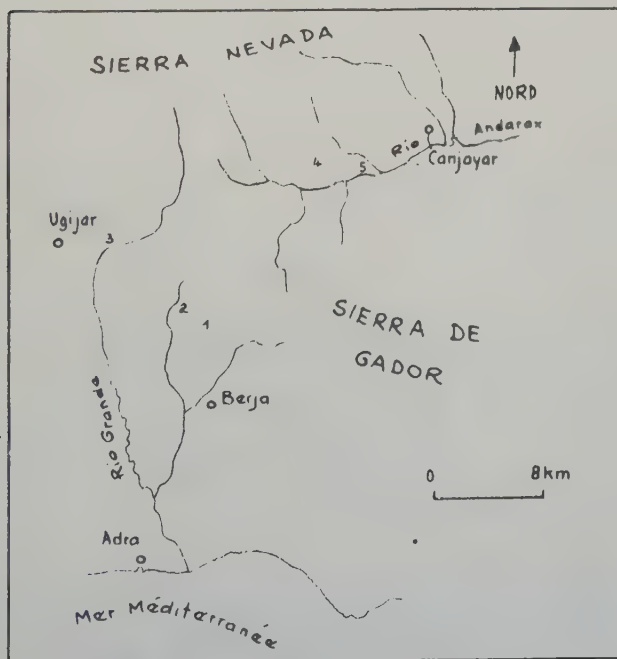
CHAPITRE VI

LES LAMBEAUX MALAGUIDES

Aux chapitres I et II, on a vu qu'il existait au sommet de l'édifice de nappes des éléments de petite taille contenant des séries très réduites mais stratigraphiquement plus complètes que toutes celles des autres nappes. L'analyse de leur contenu et la comparaison avec des faits reconnus en d'autres points du domaine interne va permettre de les rattacher à l'Ensemble malaguide (M. DURAND DELGA, 1963).

1 - LOCALISATION DES AFFLEUREMENTS

L'Ensemble malaguide est représenté au N et au NW du périmètre étudié. Il s'agit de lambeaux de petite dimension, en place, ou de fragments remaniés. Ils affleurent (fig.34) :



1. sur la bordure du Llano de Chiran -carrière de gypse du N de Berja;
2. au Pago del Barranco de los Caballos -à l'E du km 20 de la route Ugijar-Berja ;
3. près de Cherin -environs du km 7 de la route Ugijar-Berja- ;
4. entre Almocita et Fondon -cinq cents mètres au SE du Pago de las Paces- ;
5. près d'Almocita et Padules -versant E du Cerro del Capitan- ;

Fig. 34. — Localisation des lambeaux malaguides de l'W de la Sierra de Gador.

2 - DESCRIPTION DES AFFLEUREMENTS

2. 1. Affleurements du Cerro del Capitan

En trois points repérés sur la figure 35, j'ai récolté des grès roses, mouchetés, non métamorphiques, accompagnés de petits blocs de poudingue rouge à galets de quartz et de fragments de dolomie blanche.

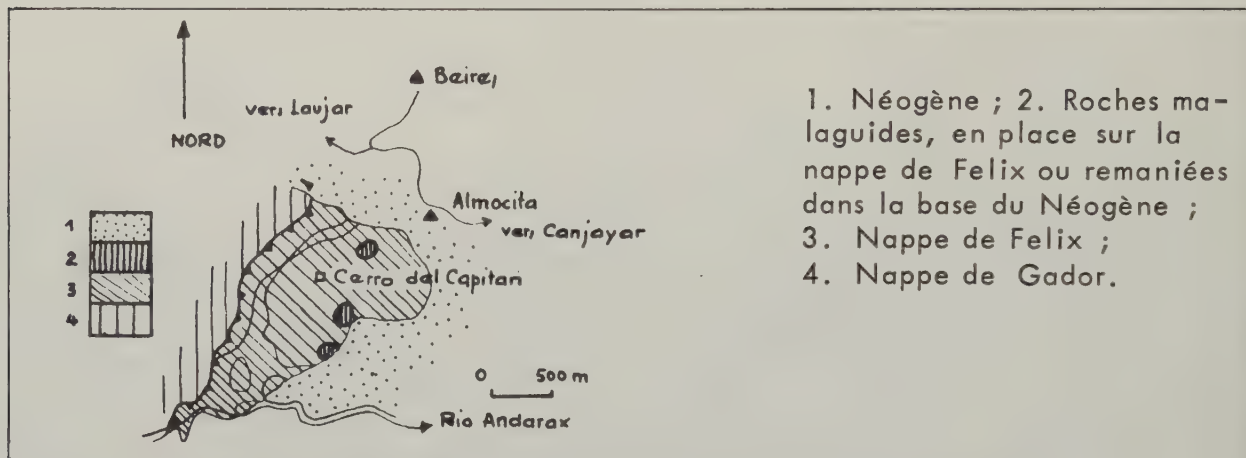


Fig. 35.- Localisation des témoins malaguides du Cerro del Capitan.

Le faciès des dolomies blanches rappelle celui des dolomies du Trias supérieur ou du Lias du Bétique de Malaga ss. Les grès et les blocs de poudingue évoquent encore plus précisément les dépôts malaguides caractéristiques, tels qu'ils se présentent à l'E de Malaga, et pourraient être rapportés au Permo-Trias.

Grès et poudingue ont été trouvés directement sur les dolomies de la nappe de Felix ou remaniés avec des dolomies blanches dans la base du Néogène.

La dispersion et la taille réduite de ces témoins font qu'ils ne méritent pas que l'on s'y attarde. On peut seulement remarquer encore que la base du Néogène emprunte probablement sa teinte rouge, locale, au Bétique de Malaga.

2. 2. Affleurement du Pago de Las Paces (fig. 36 a, b, c)

Le Bétique de Malaga se présente ici sous un aspect plus complet. Il affleure dans une petite boutonnière de 100 m de long sur 60 m de large au milieu des

marnes tortoniennes. Cette boutonnière peut être interprétée comme le cœur d'un anticlinal complexe, déjeté vers le N, où deux bandes de Primaire et de Mésozoïque malagais sont séparées par une lame de phyllites alpujarrides bleu-mauve (voir figures 36 a, b et c).

Au Primaire pourraient être attribuées les grauwackes (de teinte brun-rouge ou brun-verdâtre) bien représentées sur l'affleurement ainsi que des blocs épars d'un conglomérat gris (Dinantien, d'après J. AZEMA - renseignement oral). Le Permo-Trias serait représenté par des sédiments rouge-foncé : poudingue, pélites ferrugineuses et grès fin. D'après J. AZEMA, quelques fragments de dolomie blanche, de la taille du demi mètre-cube, trouvés à l'extrémité orientale de la boutonnière, présentent un faciès attribuable au Lias malagais.

La lame de phyllite occupant la partie médiane de la structure anticlinale peut être rapportée au Permo-Werfénien de la nappe de Felix.

Sur les deux flancs de l'anticlinal faillé, la discordance du Néogène sur le Bétique de Malaga est parfaitement visible.

2.3. Affleurement des environs de Cherin

J.W.A. BODENHAUSEN, J.M. FONTBOTE et O.J. SIMON (1967) citent une étroite bande de Bétique de Malaga affleurant près de Cherin et décrivent plus particulièrement, au S de ce village, une coupe dont la constitution est donnée par la figure 37. J'ai visité ces gisements et au Km 7 de la route Ugijar-Berja, n'ai trouvé que des phyllites mauves ou rosâtres, plus ou moins quartzitiques et des dolomies (fig.38). Au S de Cherin, à l'endroit qui correspond à la coupe décrite par ces auteurs, les faits ne me sont pas apparus aussi clairs qu'ils l'indiquent ; on trouve bien ici des formations typiquement malaguides telles que les grauwackes et le poudingue grossier, grisâtre à éléments noirs, analogue à celui du Pago de las Paces mais les rapports avec les formations alpujarrides voisines sont masqués par des éboulements affectant la falaise où se situe la coupe (fig.39). Vers le N, le niveau rouge riche en éléments malaguides passe progressivement aux marnes gris-jaune du Miocène ce qui me semble constituer un argument assez fort pour considérer ces derniers comme remaniés et non pas en place.

La disposition générale des phyllites et des dolomies de l'affleurement du Km 7 et la richesse en débris de phyllites des marnes miocènes sus-jacentes fait, encore ici, penser à des remaniements qui n'affecteraient que des matériaux de la nappe de Felix.

7. Grès (?)
 6. Grès et conglomérats (?)
 5. Marno calcaire (Tortonien?)
 4. Argile gréseuse
 3. Grauwacke (Dévono-Carbonifère)
 2. Phyllite avec lits quartzeux (Perm.Trias alpujarride)
 1. Calcaire et dolomie (Trias moy. et/ou sup.)
- Ech 1 et Ech 2 ont livré des faunes donnant un âge miocène moyen (? Tortonien)

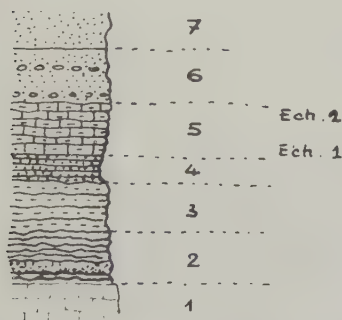
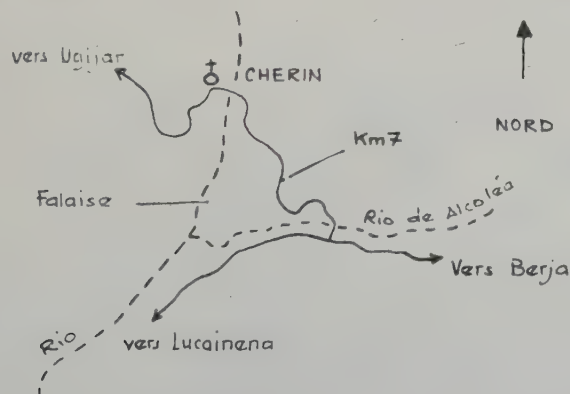


Fig. 37. — Affleurement de Bétique de Malaga (près de Cherin), décrit par J. W. A. BODENHAUSEN et al. (1967). Composition de la coupe reconstituée d'après le texte.



Localisation des coupes (fig. 37, 38 et 39).

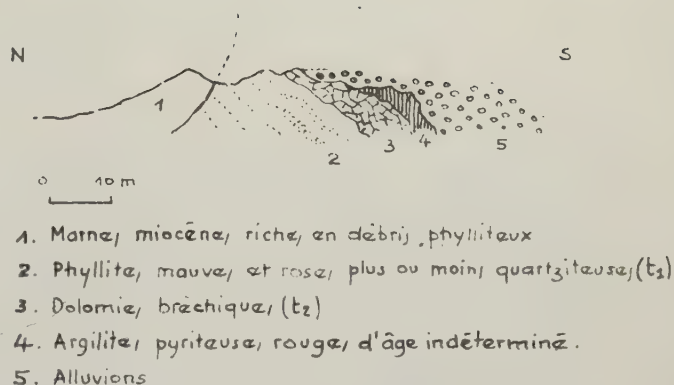


Fig. 38. — Affleurement du Km 7 de la route Ugijar - Berja.

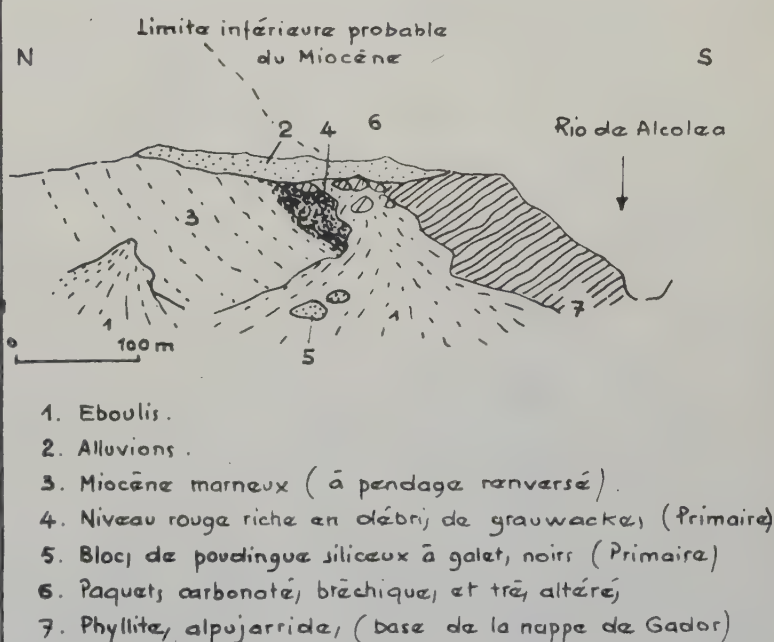
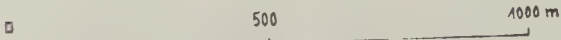


Fig. 39. — Croquis de la falaise située au S du village de Cherin : flanc méridional déversé du synclinal miocène d'Ugijar, comportant du Bétique de Malaga remanié.

Echelle approximative : 
Carte dessinée d'après photographie aérienne

Pour le détail des formations représentées sur ce secteur, se reporter aux figures :

Fig. Coupes I. à VII.

Fig. Coupe VIII.

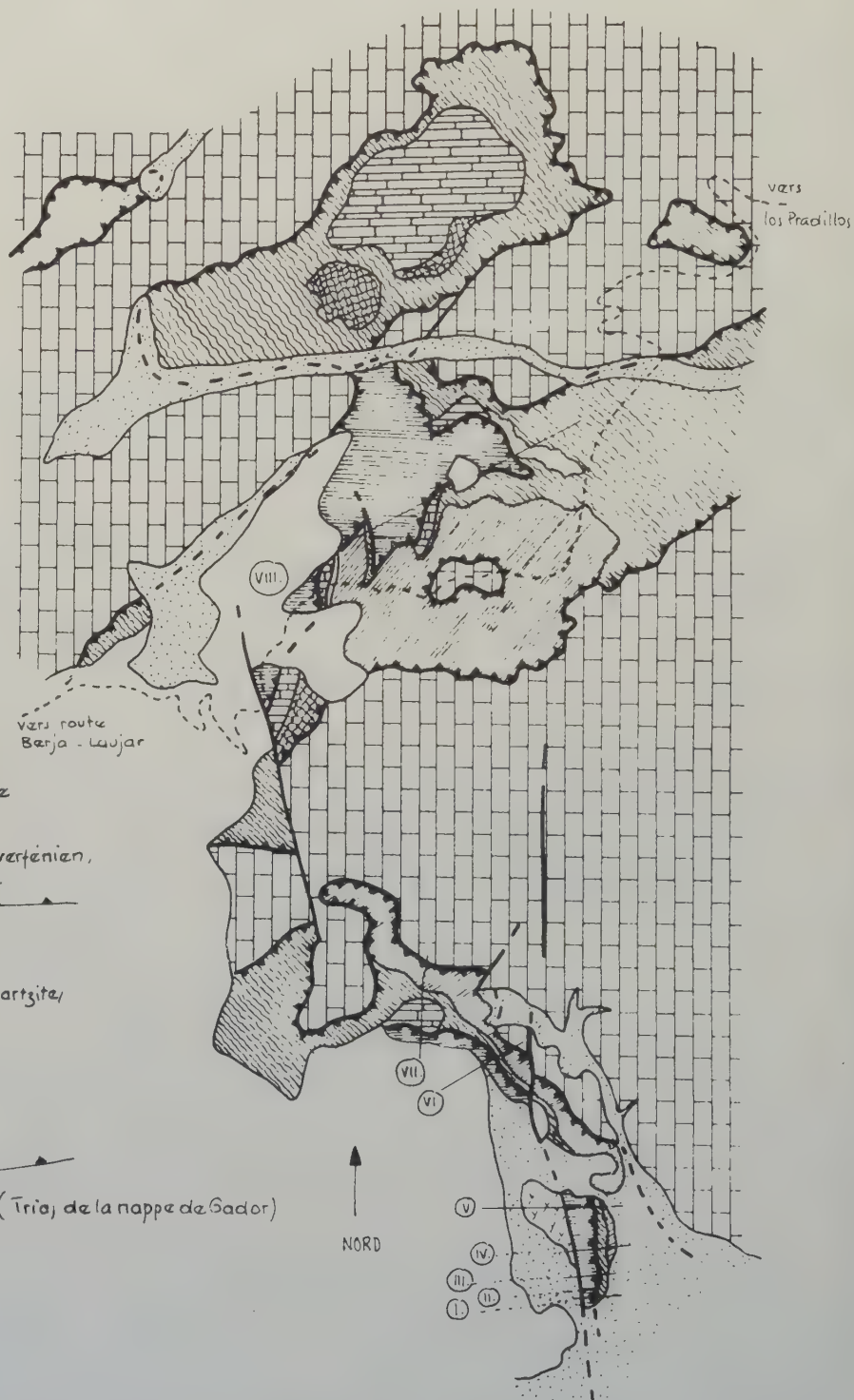
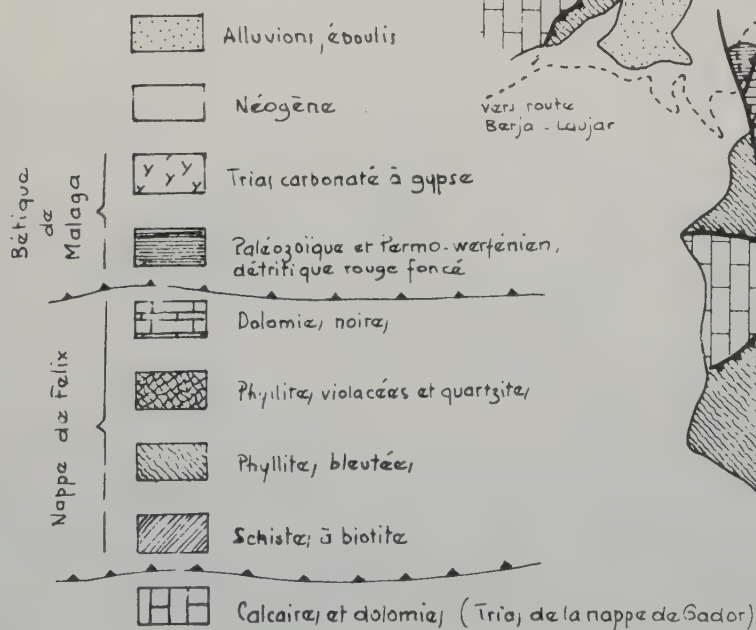


Fig. 40.— Carte géologique des environs de Chiran et du Pago del Barranco de los Caballos (zone située au N de Berja ; carte topographique UGIJAR au 1/50 000^e donne la localisation).

Ces remaniements d'unités tectoniques élevées persistent plus à l'E, dans le prolongement de cette bande, au pied du village d'Alcolea.

2. 4. Affleurements du Pago del Barranco de Los Caballos (voir fig. 40 et 42)

Ils ont été signalés pour la première fois par M. DURAND DELGA (1966). Il s'agissait alors de la découverte du Bétique de Malaga au S de la Sierra Nevada. Une première description partielle en a été donnée par ce même auteur en 1968. Je les ai réexaminés seul puis accompagné de MM. M. DURAND DELGA et J. AZEMA.

Le détail des formations représentées dans ce secteur est donné par la coupe VIII (fig. 42). Celle-ci montre le Paléozoïque et le Permien malaguide disloqués reposant sur un lambeau de la nappe de Felix qui comprend des micaschistes, du Permo-Werfénien et du Trias. L'ensemble chaotique "Malaguide + nappe de Felix" repose sur les formations carbonatées de la nappe de Gador ; il est coiffé par des formations détritiques, rouges, miocènes.

J'ai recherché les Conodontes dans tous les niveaux carbonatés de cette coupe. Un seul de ces niveaux en a fourni : l'intercalation dolomitique située dans les grauwackes. Un spécimen a pu être déterminé par A. MAUVIER : il s'agit de *Gnathodus* sp qui permettrait d'envisager un âge carbonifère inférieur, à partir du Viséen inférieur, pour ces dolomies. M. DURAND DELGA (1968) avait pensé qu'il s'agissait de Dévonien calcaire par analogie avec les "calizas alabeadas" des environs de Malaga.

2. 5. Affleurement de la carrière de gypse de Chiran (voir fig. 40, 41 et 43)

Entre la base du Tortonien et les dolomies de la nappe de Gador, en partie masqués par des éboulis apparaissent des lambeaux malaguides reposant, ici encore, sur une klippe de la nappe de Felix.

Une série de coupes détaillées relevées sur ce petit secteur (fig. 41 et position des coupes sur la fig. 40) permet de mettre en évidence du Paléozoïque (grauwackes grises ou verdâtres, grauwackes à plantes mal conservées, poudingue gris et psammites grises associées, intercalations de dolomies noires), du Permien (grès rouges, poudingue rouge) et du Trias (dolomies grises et gypse) toujours séparés des dolomies de la nappe de Gador par un ensemble attribuable à la nappe de Felix

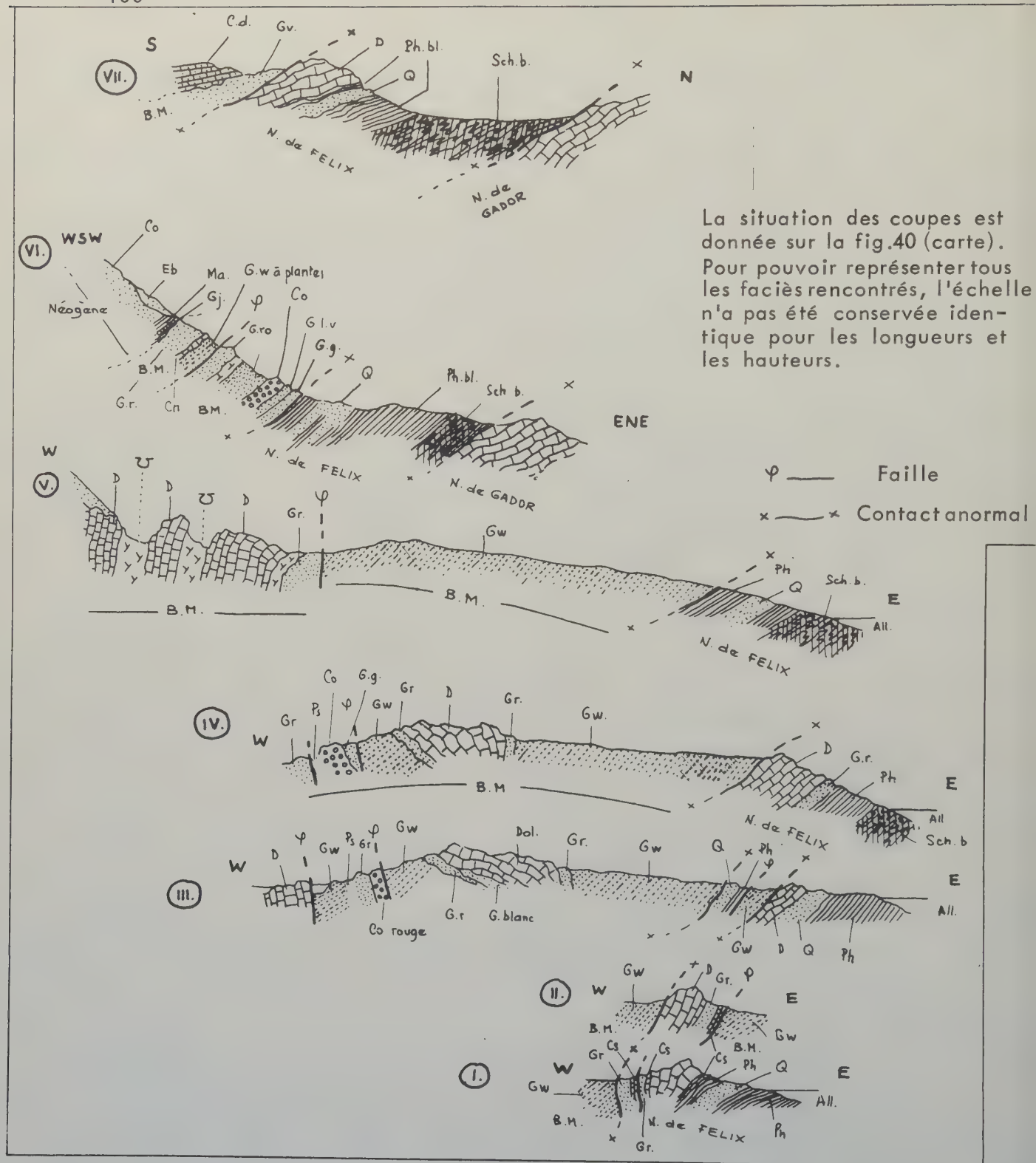


Fig. 41. — Nappe de Felix : Sch.b : schistes à biotite ; Ph. : phyllites ; Q : quartzites ; Gro : grès roses ; Cs. calcschistes ; Dol. dolomies - lambeaux malaguides ; Gw : grauwaques ; G. g. grès gris ; Co : conglomérat, gris ; Ps : psammites ; Cn. calcaires noirs ; G.l. v. grès lie de vin - (Paléozoïque) - Po : poudingue rouge ; G. v. grès violacé ; G.r. grès rouge ; Y. gypse ; D. dolomies - (Permo-Trias) - G.j. grès jaune ; Ma : marnes ; C.d. calcaires détritiques - (Néogène) - All. alluvions ; Eb. éboulis.

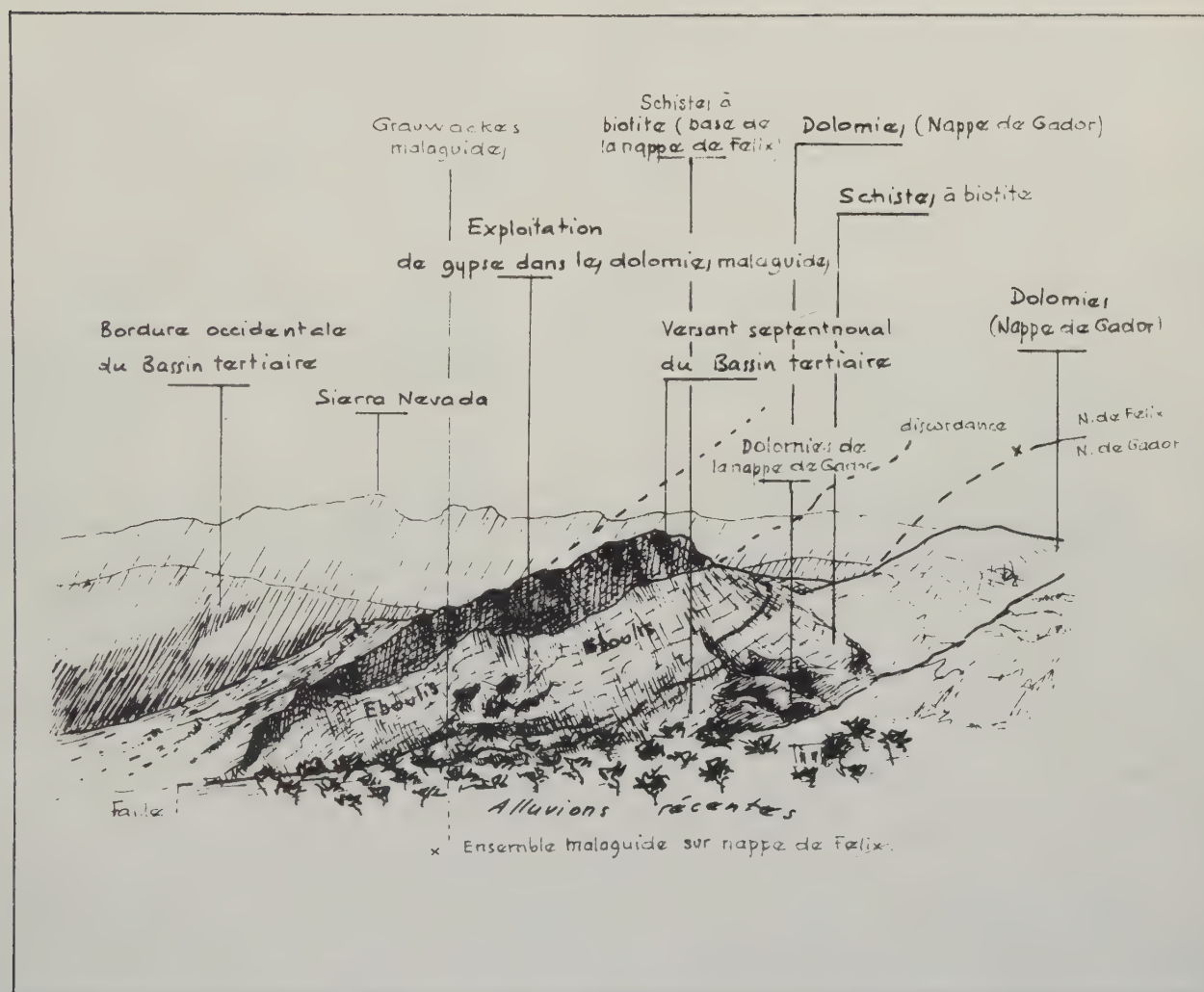


Fig. 43. — Carrière des "Llanos de Chiran" — Versant N de la Rambla del Cid.

comprenant des schistes à biotite, à la base, surmontés par des phyllites et des quartzites permo-werfénien puis des chicots de dolomies noires bréchiques.

L'extrémité occidentale de la coupe V (fig. 41) montre des grès rouges, surmontés par des gypses et des dolomies gris-jaunâtres à joints argileux noirs. Ces derniers niveaux évoquent les faciès attribués au Rhétien dans la coupe du Cortijo de Cantal (près de Malaga), décrite par J. AZEMA (1961). A la partie supérieure de la coupe VI (fig. 41) les grauwackes à plantes avec leurs intercalations carbonatées évoquent également le Primaire des abords de Malaga, que J. AZEMA (1961, p. 138) attribue au Carbonifère inférieur.

Les similitudes de faciès, l'absence de métamorphisme et les analogies d'âge (Carbonifère inférieur) conduisent à admettre que dans ce secteur et au Pago del Barranco de los Caballos, le Bétique de Malaga est représenté par du Paléozoïque élevé et une couverture secondaire s'arrêtant probablement au Trias supérieur.

3 - SYNTHESE LITHOSTRATIGRAPHIQUE. COMPARAISON AVEC LES SERIES MALAGUIDES DES REGIONS VOISINES

Malgré l'aspect chaotique de tous les lambeaux malaguides qui viennent d'être examinés, il est possible de reconstituer une série locale idéale (fig. 44) et d'examiner les problèmes qu'elle pose.

L'examen en lame mince des échantillons récoltés dans tous les types pétrographiques représentés n'a révélé aucune trace de métamorphisme. Tout au plus ai-je pu noter des broyages ou des écrasements à proximité des contacts anormaux et des failles.

Les rapports entre les faciès rouges attribuables au Permien et la série paléozoïque des grauwackes ont fait l'objet d'un soin particulier. Il serait difficile d'affirmer que tous les types de superposition illustrés au niveau B de la fig. 44 sont bien stratigraphiques et non pas, parfois, tectoniques étant donné la complexité et la faible taille des affleurements; toutefois, on peut remarquer que le Permien peut reposer sur plusieurs faciès appartenant à la série des grauwackes et soulever du même coup le problème de l'existence d'une discordance entre le Paléozoïque et la couverture Permo-Triasique au sein de l'ensemble malaguide.

A ce sujet, J. AZEMA (1961, p. 134) signale à ce niveau "un rabotage important" là où M. BLUMENTHAL (1928) avait vu une "discordance peu apparente".

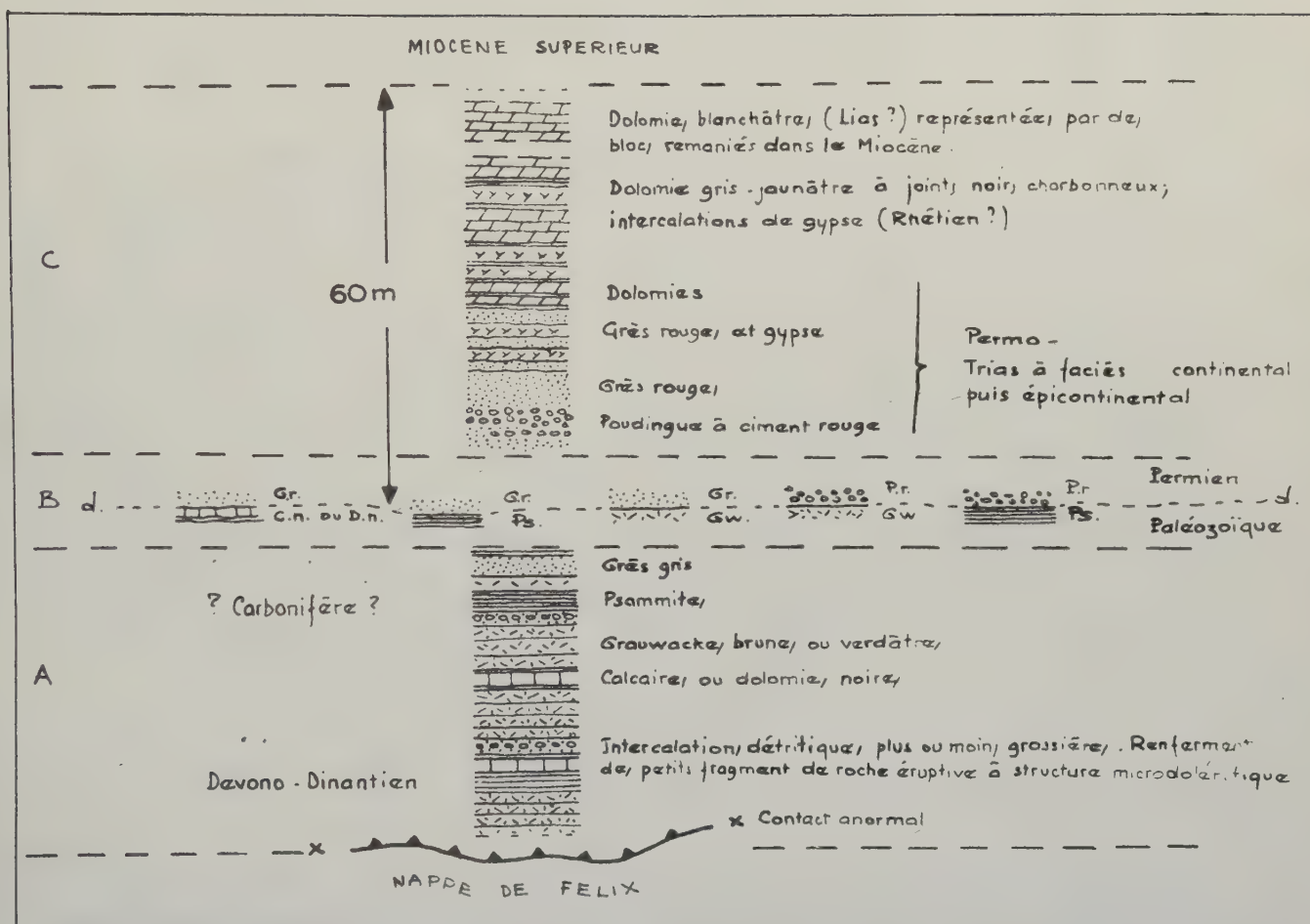


Fig. 44. — Synthèse lithostratigraphique du Bétique de Malaga représenté au NW de la Sierra de Gador.

- A. Série paléozoïque
- B. Types de superposition observés : faciès permien rouges sur série des grauwackes.
d. discordance probable — Gr. grès rouge — C.n. calcaire noir —
D.n. Dolomie noire — Ps. psammite — Gw. grauwackes — Pr. poudingue à ciment rouge.
- C. Série allant du Permien au Trias supérieur probable et peut-être au Lias.

J. BOULIN (1968), après avoir discuté ce problème, n'a pas exclu la possibilité d'une telle discordance dans les Monts de Malaga. A l'E des Cordillères bétiques, l'opinion générale des auteurs hollandais est en faveur d'une "discordance angulaire relativement peu importante" (C. G. EGELER et O. J. SIMON, 1969, p. 44). En ce qui concerne les lambeaux de la Sierra de Gador, je pense que cette discordance existe surtout parce que le Permien peut reposer sur différents niveaux de la série des grauwackes et puis aussi parce que dans cette partie, au moins, des chaînes bétiques, tout le Carbonifère supérieur manque.

Dans les klippes étudiées, c'est toujours la série des grauwackes qui constitue les niveaux les plus inférieurs. Il en est de même dans la Sierra Cabrera (H. E. RONDEEL, 1965), secteur le plus méridional de la partie des zones internes étudiée par les géologues hollandais. Par contre, à l'E des chaînes bétiques, la série des grauwackes repose ⁽¹⁾ sur un ensemble métamorphique et dans la région de Velez Rubio (au N de la Sierra de las Estancias) sur une série essentiellement carbonatée d'âge siluro-dévonien (fig.45). Sur le versant N de la Sierra Nevada, dans la Sierra Arana, les lambeaux malaguides ne renferment, eux aussi, que la série des grauwackes (M. DURAND DELGA et A. FOUCAULT, 1967 et F. ALDAYA, 1966). Sur la transversale Velez-Rubio - Sierra Cabrera, on retrouverait donc un amincissement de l'ensemble malaguide comme celui que J. BOULIN (1968) observe entre Serrania de Ronda - Monts de Malaga. Par contre, le long d'une ligne longitudinale allant de Malaga à Velez Rubio, la nappe de Malaga s'amincirait d'abord, à sa base (jusqu'à la transversale Sierra Arana - Sierra de Gador), puis deviendrait de nouveau plus complète sur la bordure N des zones internes orientales.

Pour expliquer ces amincissements, J. BOULIN (1968) fait appel à des rabotages plus ou moins intenses.

Une telle hypothèse pourrait s'appliquer également aux zones internes centrale et orientale. On peut aussi se demander si le schéma observé (fig.46) ne pourrait pas être compris grâce à un décollement qui ne se serait pas toujours produit au même niveau, en réservant au rabotage le rôle d'expliquer les puissances de plus en plus faibles observables du N vers le S au sein de la série des grauwackes. Poursuivant cette idée, on serait tenté de rechercher une raison au changement de niveau du décollement. Mais dans l'état actuel des connaissances, les hypothèses possibles à ce sujet risqueraient fort d'être prématurées puisqu'on connaît encore assez mal les éléments malaguides de la Sierra Arana.

(1) Pour M. DURAND DELGA (1968), le contact serait tectonique.

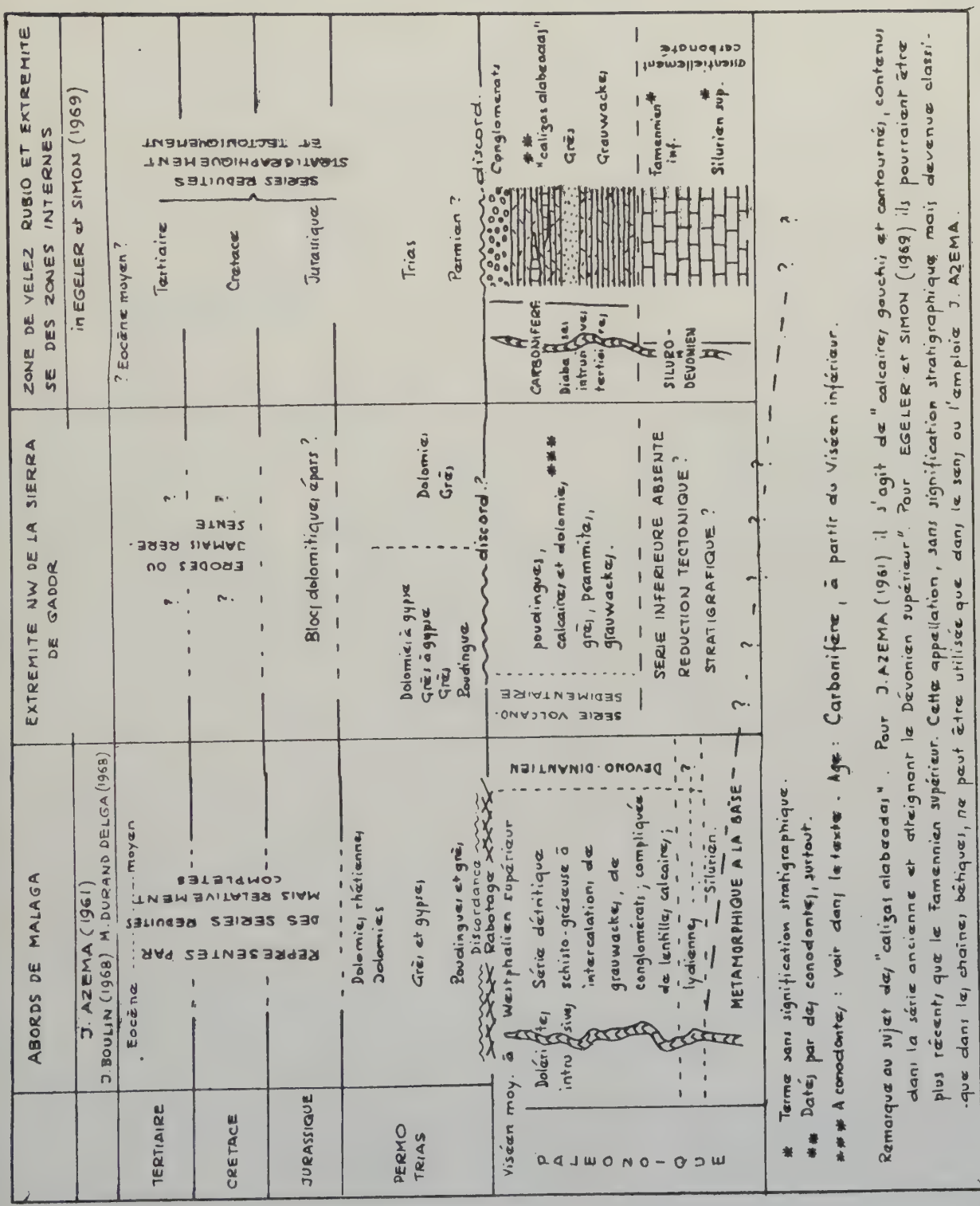


Fig. 45. — Essai de corrélation entre les formations malaguides de l'W de la Sierra de Gador et celles des régions voisines.

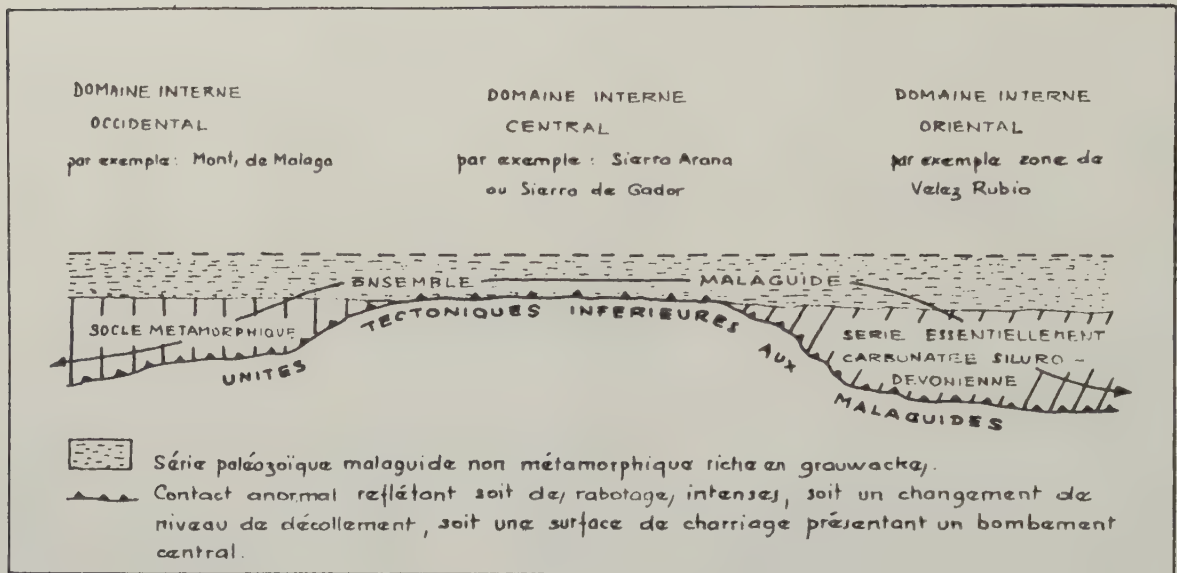


Fig. 46. — Corrélations à travers l'Ensemble malaguide de Malaga à Velez Rubio, en passant par la Sierra de Gador. Recherche d'une explication aux différences de constitution.

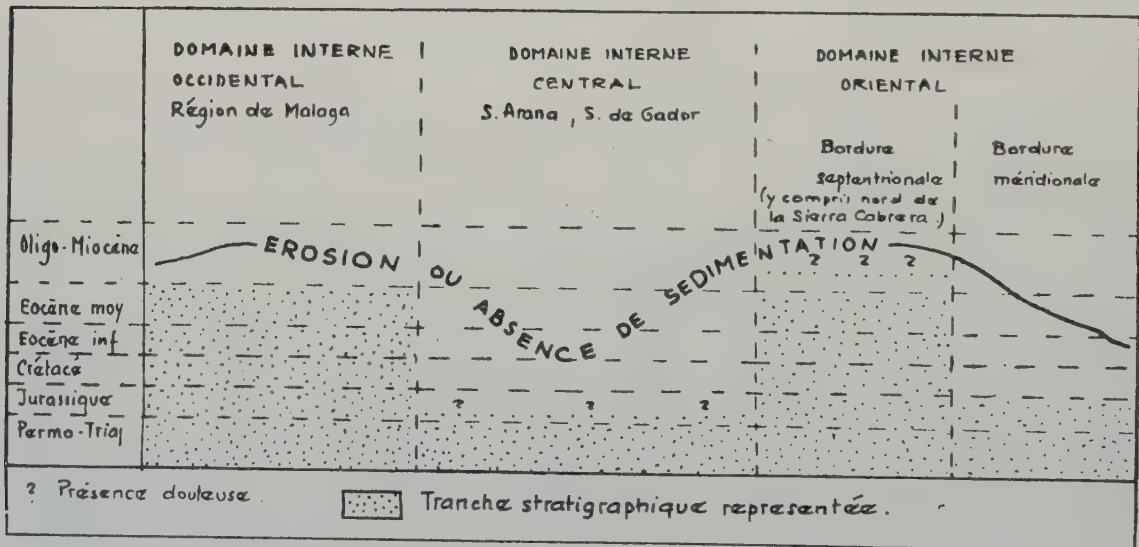


Fig. 47. — Composition stratigraphique de la "couverture" malaguide dans une partie du domaine bétique interne (voir texte). Recherche d'une explication aux différences de constitution.

Si l'on tient compte, comme l'a déjà souligné M. DURAND DELGA (1968) du caractère réduit et chaotique, du morcellement ⁽¹⁾ des klippes malaguides les plus méridionales, on peut se demander si les déplacements en masse n'ont pas été perturbés tout particulièrement dans la partie médiane des chaînes bétiques (que les déplacements se soient effectués du N vers le S ou inversement). On pourrait trouver la cause de cette perturbation dans le mouvement d'ensemble en imaginant, déjà avant le Burdigalien, c'est-à-dire avant la fin probable des déplacements malaguides, l'existence d'un bombement à très grand rayon dont la culmination se serait située sur la transversale passant par la Sierra Nevada.

Dans l'état actuel des connaissances, il n'est pas nécessaire de choisir entre l'une des trois hypothèses : rabotage, changement du niveau de décollement ou existence d'un paléorelief symétrique à grand rayon de courbure (fig.46).

Les comparaisons avec les témoins malaguides des régions voisines doivent être tentées également au niveau des séries dites de couverture : Permo-Trias et formations plus récentes. Toutefois, le sujet traité ici n'étant pas celui d'une synthèse prématurée à propos des zones bétiques internes, je me bornerai aux comparaisons avec les lambeaux occidentaux et orientaux les plus proches, sans entrer dans des détails trop précis en raison des divergences de vues qui subsistent notamment à propos des unités malaguides situées à la limite des Provinces de Murcie et d'Almeria (à ce sujet on pourra voir notamment la discussion entamée par C.G. EGELER et O. J. SIMON (1969).

On retiendra de l'étude des lambeaux malaguides précédemment décrits qu'ils ont pu posséder une couverture secondaire allant jusqu'au Lias ; ce dernier n'y serait représenté que par de rares fragments remaniés dans le Miocène supérieur. A l'W, dans la région type, la série, bien que réduite, est relativement complète jusqu'à l'Eocène moyen (J. AZEMA, 1961). A l'E et au N de la dépression de Sorbas-Vera, cette couverture présente des caractères similaires ; elle renfermerait, au moins localement, des formations atteignant l'Eocène inférieur compris, sans que cela prête à discussion (C.G. EGELER et O. J. SIMON, 1969, p.45). Sur la bordure septentrionale de la Sierra Cabrera, H.E. RONDEEL (1965), verrait cette couverture atteindre l'Oligo-Miocène dans des niveaux de grès à Operculines mais ceci semble être discuté dans la récente synthèse des géologues hollandais (C.G. EGELER et O. J. SIMON, 1969).

Au S de la Sierra Cabrera, la route de Carboneras à Mojacar, recoupe une écaille tectonique attribuable à l'Ensemble malaguide au sommet de laquelle on

(1) A l'W de la Sierra de Gador, le rôle de l'érosion dans le morcellement de cette unité ne doit pas être exagéré. La différence de constitution des klippes montre que c'est surtout la tectonique qui en est responsable.

pourrait voir des dolomies liasiques (fig.65). Dans la Sierra Alhamilla, après avoir envisagé la présence de nombreuses klippes malaguides (T. DE BOOY et C.G. EGELER, 1961), les auteurs hollandais voient finalement des lambeaux d'une unité tectonique intermédiaire entre les Malaguides et les Alpujarrides (C.G. EGELER et O.J. SIMON, 1961) ; dans cette sierra, l'Ensemble malaguide ne serait donc pas ou peu représenté.

De part et d'autre de la transversale passant par les sierras Arana et de Gador, au S d'une ligne passant par la Sierra Nevada et la Sierra de Los Filabres, on retrouve donc des différences comparables à celles déjà observées à propos du " socle " : les séries sont plus complètes à l'W et à l'E qu'au centre des zones internes (fig.47). A l'E, en allant du N vers le S, les formations post-triasiques disparaissent peu à peu, exception faite des affleurements du N de la Sierra Cabrera, mais, on l'a souligné, les géologues hollandais eux-mêmes ne paraissent pas tous d'accord à ce sujet. A l'W, le seul document récent et détaillé dont on dispose concerne une tranche stratigraphique précise (le Crétacé Inférieur) et son évolution à travers différentes unités tectoniques représentées sur la transversale de Malaga (Y. PEYRE, 1969 a et b) dont il faudra tenir compte en abordant le problème de l'origine du Bétique de Malaga mais qui ne peut pas être utilisé ici.

Quelles hypothèses pourrait-on avancer pour tenter d'expliquer ces différences de constitution dans la couverture malaguide ? On peut penser à une érosion plus intense dans la partie moyenne de la chaîne qu'à ses deux extrémités ; cette intensité plus grande peut avoir été favorisée par un léger bombement à très grand rayon de courbure auquel j'ai déjà fait appel. Sous une succession de climats identiques ayant affecté l'ensemble des Cordillères bétiques naissantes, il ne serait pas nécessaire de faire appel à de grandes différences d'altitude pour expliquer cette différence d'érosion étant donné la faible épaisseur des séries mésozoïque et tertiaire des Malaguides. Songeant encore au caractère lacuneux et réduit de ces séries, on pourrait envisager que dans la zone médiane l'ensemble malaguide n'a jamais eu de couverture allant au-dessus du Jurassique. C'est à cette dernière hypothèse, accompagnée d'interventions tectoniques, que se rallie C.G. EGELER et O.J. SIMON (1969).

4 - LE CONTACT DES KLIPPES MALAGUIDES AVEC LEUR SUBSTRATUM. L'ORIGINE DU MORCELLEMENT ACTUEL .

Presque toujours, les klippes malaguides ont été trouvées à la base du Tortonien, comme si ce dernier, qui les remanie pourtant, leur avait servi ensuite de protecteur contre l'érosion récente. Quelle que soit leur taille, les témoins de cet ensemble tectonique le plus élevé reposent toujours sur des formations rattachées à la Nappe de Felix. Nulle part, dans le secteur étudié, je n'ai trouvé de

lambeaux malaguides chevauchant directement la Nappe de Gador ou les Né-vado-Filabrides, contrairement à ce que j'avais avancé (J.P. JACQUIN, 1968) dans une interprétation erronée à propos des rapports entre les unités. Cette interprétation fausse résultait d'un manque de finesse dans la cartographie que j'ai reprise ensuite.

Mais si les lambeaux malaguides reposent toujours sur la Nappe de Felix, ils ne sont pas toujours en contact avec les mêmes niveaux de cette dernière. Au Pago de las Paces, c'est le Paléozoïque malaguide qui surmonte le Permo-Werfénien de la nappe de Felix. Au Cerro del Capitan, c'est le Permien qui repose sur les dolomies triasiques de la nappe sous-jacente. Au Barranco de los Caballos et près de Chiran, le Permien ou la série des grauwackes malaguides reposent indifféremment sur le Trias carbonaté, le Permo-Werfénien ou la semelle de mica-schistes à biotite de la nappe de Felix.

Comment interpréter la variété de ces contacts ? A propos de lambeaux aussi chaotiques et peu nombreux, c'est-à-dire où ils montrent un développement cartographique réduit, il est difficile de trouver une réponse définitive à cette question. Lorsqu'on fait abstraction de la tectonique post-nappe, les lambeaux malaguides apparaissent encore fortement plissés et faillés, ce qui pourrait expliquer leur diversité. Par contre, la faible masse des Malaguides et l'absence de brèches importantes interdisent d'invoquer l'ablation des dolomies de la nappe sous-jacente. Resterait encore à envisager la possibilité d'un charriage épiglyptique (image déjà utilisée ailleurs, voir P. FALLOT, 1948, p.97 et 98) sur un substratum déjà disloqué ou érodé, mais aucun argument définitif en faveur de l'une ou l'autre hypothèse n'a pu être trouvé.

En annexe de l'étude des contacts, il est encore nécessaire de s'interroger sur l'aspect morcelé des Malaguides au N et à l'W de la Sierra de Gador. Cela revient à se demander si les affleurements actuels sont les témoins d'un ensemble tectonique ayant occupé autrefois une surface plus grande ou si les îlots actuels ont une origine tectonique (fragmentation contemporaine des mouvements tangentiels). On a pu observer des remaniements de matériel malaguide dans la base du Tortonien : en masse ou sous forme de détritiques, ils confèrent une teinte rouge à la base du Tortonien ; ils sont localisés autour des affleurements actuels et leur volume n'a pas pu être très considérable. Compte tenu de la paléogéographie anté-tortonienne, on peut considérer qu'ils représentent une image approximative du volume total érodé, trop insuffisant pour essayer ne serait-ce que de raccorder les îlots actuels entre eux. Cette disposition en klippes isolées est donc d'origine tectonique, contemporaine des déplacements tangentiels. C'est ainsi que l'envisageait déjà M. DURAND DELGA (1968) qui en tirait, entre autres, un argument en faveur d'une origine septentrionale pour l'Ensemble malaguide.

5 - ORIGINE DES KLIPPES MALAGUIDES

On a vu qu'il existait de fortes parentés de faciès, à tous les niveaux, entre les klippes malaguides de la Sierra de Gador et des unités considérées comme équivalentes, situées plus à l'W, à l'E et au N. Il faut maintenant affiner ces comparaisons ⁽¹⁾. Les géologues espagnols, français et hollandais s'accordent à reconnaître dans les zones internes un certain nombre d'unités tectoniques élevées que l'on peut rattacher en gros :

- a. au Bétique de Malaga sl, pour lequel M. DURAND DELGA (1963) a proposé les termes de Malaguides ou Ensemble malaguide, réservant les dénominations de Nappe de Malaga ss au Bétique de Malaga ss à l'unité tectonique correspondante représentée aux abords de cette ville;
- b. à des unités intermédiaires (M. DURAND DELGA, 1963) qui tiennent à la fois des Malaguides (par leur Permo-Trias rouge, réduit, souvent à conglomérats) et des Alpujarrides (par leur métamorphisme et leur série carbonatée);

Les unités tectoniques rangées dans a. coiffent celles rangées dans b. et ces dernières reposent sur des éléments attribuables au domaine alpujarride.

Ce schéma a été mis clairement en évidence en particulier dans les zones internes orientales (J. PAQUET, 1967 ; F. FERNEX, 1968). Le long des transversales situées près de la bordure N des zones internes, dans ces régions orientales, il semble que les corrélations lithostratigraphiques le long d'une même transversale soient assez aisées. Ces corrélations relativement faciles à réaliser et la parenté de constitution lithostratigraphique qui existe entre le Subbétique méridional et l'Ensemble malaguide (H. J. MAC GILLAVRY et al., 1964 ; J. PAQUET, 1967 ; F. FERNEX, 1968 ; F. FERNEX et J. MAGNE, 1969) ont conduit M. DURAND DELGA (1963 et 1966) à envisager le domaine malaguide comme le domaine paléogéographique situé au N des Alpujarrides avant les mouvements tangentiels (tectonique de mise en place des nappes). F. FERNEX et J. MAGNE (1969) l'ont baptisé "parautochtone".

Si des arguments très forts en faveur d'une telle image existent à l'E de la chaîne, il n'en va pas de même sur la transversale où se situe la zone objet de cette étude. Entre les bandes malaguides de la Sierra Arana (encore mal connues)

(1) Dans la Sierra Arana, F. ALDAYA (1968) attribue encore les écaillés à matériel paléozoïque (grauwackes) et permo-triasique d'affinité malaguide à la nappe de Guajar-Malaga. D'après C. G. EGELER et O. J. SIMON (1969, p. 56), cet auteur séparerait maintenant ces deux unités et se rallierait ainsi à l'opinion de M. DURAND DELGA, 1968 qui considère que la "notion d'une nappe de Guajar (unité alpujarride supérieure) - Malaga (cf. P. FALLOT, 1948) ne semble pas justifiée".

et celles des environs de Berja et Laujar, on ne connaît pas d'autres jalons attribuables à ce grand ensemble. Par contre, au S de la Sierra Nevada en anticipant quelque peu, on peut affirmer que les lambeaux malaguides occupent la position la plus élevée de l'édifice de nappe puisqu'ils reposent toujours sur la nappe de Felix (nappe "intermédiaire"). Pour répondre à la question posée au sujet de l'origine de ces klippes, il faudra faire appel à un cadre plus vaste que celui de cette étude et pour cette raison, je reprendrai la discussion dans un chapitre ultérieur (ch. XII).



CHAPITRE VII

LA NAPPE DE FELIX

En gros, la nappe de Felix affleure à la périphérie du massif montagneux étudié sous la forme de lambeaux isolés affectée d'une manière variable par la tectonique tortonienne.

Les lambeaux de cette nappe reposent toujours sur les séries de la nappe de Gador et supportent tous les témoins malaguides en place.

1 - LOCALISATION ET DESCRIPTION DES AFFLEUREMENTS

La description de ces affleurements va être donnée en suivant un ordre géographique : il sera question des lambeaux du versant méridional de la Sierra puis de ceux de l'extrémité orientale et de ceux du versant septentrional, enfin, des témoins du versant occidental (voir la carte au 1/100 000^e).

1.1. Affleurements du versant méridional de la Sierra de Gador

1.1.1. Environs de la Añeca

Entre des formations de piémont et les alluvions récentes, au S, du Tortonien calcaire, à l'E, et la série carbonatée de la nappe de Gador, au N,

affleurent des lambeaux constitués essentiellement par des phyllites bleutées, surmontées par des calcaires et des dolomies (fig.48) ; la gamme et l'ordre des teintes surtout, dans les phyllites, le degré de métamorphisme faible ou nul de celles-ci puis la couleur des dolomies (très sombres) permettent de voir dans cette zone l'équivalent des faciès observés, au S de Felix, où ils affleurent plus largement et plus complètement. Au S de l'affleurement central, il est à noter que la série carbonatée renferme des calcaires et des dolomies ayant le même faciès que dans la nappe sous-jacente, sans en avoir le développement vertical. Certains niveaux calcaires présentent le faciès vermiculé.

1.1.2 Affleurements type de Felix (voir carte au 1/100 000^e)

En gros, le côté occidental de cet affleurement triangulaire repose sur les faciès t₃ de la nappe de Gador, sa base est représentée par la limite N de puissants dépôts de piémont et le côté oriental du triangle montre des complications tectoniques récentes ; on y voit les séries de la nappe de Felix reposer sur t₃ de la nappe de Gador ou abaissées par faille et en contact avec t₂ de cette même nappe. La moitié méridionale du triangle est recouverte en grande partie par le Tortonien transgressif.

De nombreuses fractures post-tortonniennes affectent la zone. Les fractures—limites orientales sont très probablement de cet âge.

Une grande partie de ce lambeau est occupée par les faciès t₁ de la nappe (phyllites, quartzites, pélites, grès) au-dessus desquels subsistent des témoins d'une couverture carbonatée (calcaires et surtout dolomies) rangés dans t₂.

Les niveaux les plus inférieurs de t₁ sont bien représentés sur la bordure orientale du triangle. Les niveaux plus élevés, assurant le passage à la série carbonatée, offrent une belle coupe au carrefour des routes de Felix, Vicar et Enix (Pl.XVI).

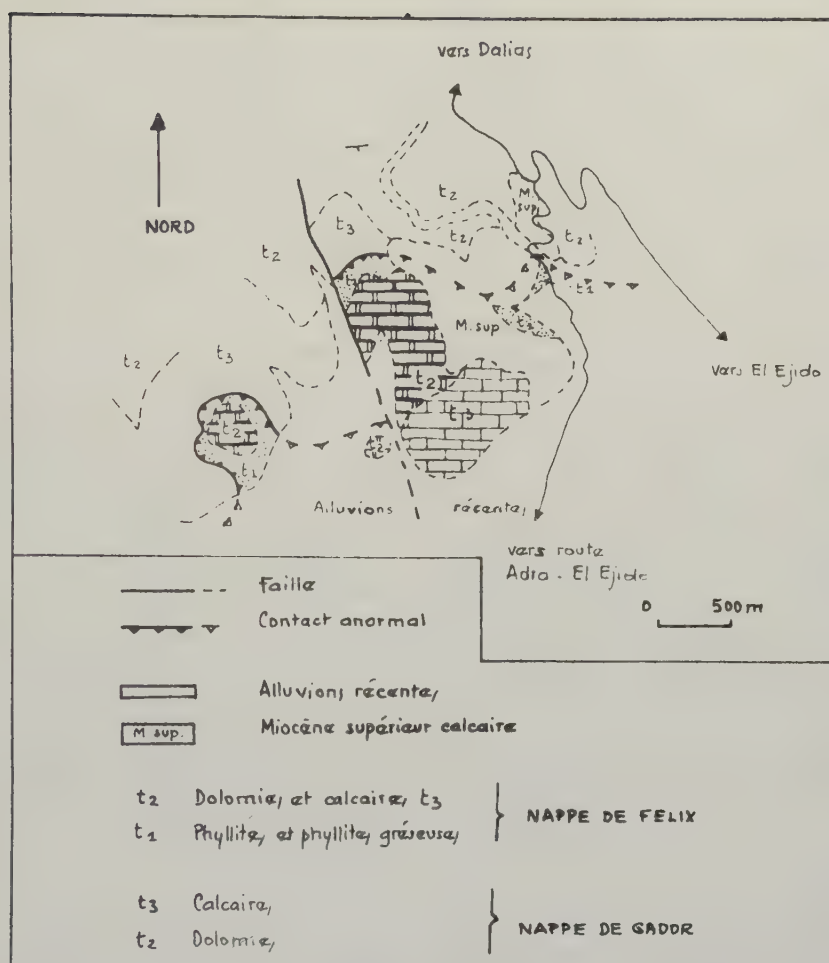


Fig. 48. — Affleurements de la nappe de Felix dans les environs de la Añeca.

A la base, les phyllites présentent des horizons de teintes très diverses :

- gris, gris foncé, noir
- gris bleu,
- vert clair,
- rosâtre, mauve, violacé.

Elles renferment des intercalations de quartzites beiges ou bruns.

J'ai cru pouvoir tenter de reconnaître une série lithologique type dans ces horizons très légèrement métamorphiques mais les déformations qui les affectent m'ont très vite empêché de réaliser ce projet : l'analyse des rapports entre les bandes lenticulaires diversement colorées, a montré que cette série a fait l'objet de décollements de glissements différentiels ayant parfois succédé à des plis couchés dont on retrouve alors les charnières sur les affleurements. Une seule remarque peut être faite : dans les environs de Felix (et on le verra aussi ailleurs), les niveaux mauves, violacés, ou lie de vin occupent presque toute la partie supérieure des faciès t1.

Ces phyllites apparaissent comme des roches satinées légèrement métamorphiques dans lesquelles les minéraux ne sont que rarement reconnaissables à l'œil nu. Au microscope, leur constitution est la suivante : quartz et minéraux phylliteux y sont essentiels (séricite, chlorite, muscovite par ordre décroissant d'importance) et sont toujours accompagnés de carbonates en faible quantité (calcite surtout, ankérite parfois). Accessoirement, elles peuvent renfermer des feldspaths (albite) dont il est bien difficile de dire s'ils sont détritiques, authigènes ou métamorphiques ⁽¹⁾. Dans les quelques lames minces où j'ai pu les observer, je n'ai jamais trouvé les exemplaires altérés de ces feldspaths signalés par F. FERNEX (1962) dans des roches du même type. Dans quelques échantillons, j'ai observé de la zoïsite (faciès noir et faciès vert), de la pyrite (faciès noir) et des sulfures de cuivre (toujours dans des faciès verts). Accessoirement encore, ces phyllites renferment toutes en petite quantité de la tourmaline (verte ou bleutée) et des grains de zircon détritiques.

Ce type de série a été reconnu, étudié et décrit dans la plupart des unités tectoniques internes dont il est caractéristique. Les divers faciès décrits ci-dessus occupent ici des puissances variables : c'est le cas en particulier des quartzites-grès plus ou moins recristallisés.

Ces quartzites-grès présentent des teintes roses, violacées dues à la plus ou moins grande quantité d'hématite contenue, beiges ou bruns lorsqu'ils renferment de la sidérose en bon état, ou altérée en calcite et hématite. Tous les termes de transition peuvent être observés entre les roches à sidérose et les roches à hématite. La démolition de la sidérose commence par l'apparition de produits ferrugineux bruns, empruntant le réseau de clivage de ce minéral pendant que les interstices se remplissent de calcite. Puis, dans les anciens clivages apparaissent de grands cristaux d'hématite en même temps que se développent des amas de chlorite et stilpnomélane.

(1) Dans ces roches où, au sommet de la série la structure du dépôt sédimentaire primitif reste lisible, on se trouve aux frontières floues entre ces deux domaines.

La série des phyllites peut être considérée comme due au métamorphisme léger de dépôts sédimentaires détritiques fins : des pélites et des grès fins plus ou moins riches en quartz, en carbonates, en matière organique (?) ou en produits ferrugineux. Le métamorphisme les aurait conduit, au stade du faciès "schistes verts" d'ESKOLA sans effacer toujours complètement la structure du dépôt sédimentaire primaire (en lame mince on reconnaît encore des alternances de laminites à granulométrie variable).

La coupe de cette série (t1) peut être complétée par les observations effectuées entre Vicar et Felix. Le détail de la succession relevée est donné sur la planche XVI. Aux diverses échelles d'observations (du terrain au laboratoire) les faits marquants tirés de l'examen de cette coupe concernent les points suivants :

- Variations de coloration
- Intercalations carbonatées de plus en plus fréquentes lorsqu'on s'élève dans la série
- Importance des courants dans la structure des dépôts
- Disparition brutale du métamorphisme.

Des minéralisations étant présentes à divers niveaux de cette série, il me paraît nécessaire d'envisager en détail ces différents points.

Les teintes rouges, violacées, roses, lie-de-vin sont dues à la présence de plus ou moins grande quantité de fer dispersé dans le sédiment sous forme d'hématite, d'hydroxydes, de sidérose (plus rare) et de pyrite qui, en s'altérant, donne des taches brunâtres sur les pélites calcaires. Les teintes vertes résultent de l'abondance de chlorite. Celle-ci voisine souvent avec la pyrite authigène, disposée en petits amas, ou en cristaux isolés le long des stratifications mineures.

Les grès et grès quartzites blancs sont presque totalement dépourvus de fer ou de minéraux ferrifères. Ils sont partiellement cimentés par de la silice microcristalline.

- Intercalations carbonatées -

L'étude des lames minces montre que les carbonates sont fréquents dans tous les faciès, à l'exception des grès et grès-quartzites blancs, même s'ils ne sont pas visibles à l'œil nu. Ils constituent l'élément essentiel dans des intercalations, d'abord, éloignées les unes des autres et minces, puis plus épaisses et plus fréquentes au sommet de la coupe, avec une teinte toujours différente de celle des sédiments détritiques. Sur la coupe, elles apparaissent avec des limites très tranchées.

On assiste ici au passage progressif d'une sédimentation détritique où se mêlent des apports en carbonate de plus en plus importants en volume, à une sédimentation carbonatée encore polluée par des apports détritiques épisodiques et, enfin, à une sédimentation carbonatée calcaire puis dolomitique. Cette dernière ne contient pratiquement plus d'éléments détritiques.

- Importance des courants dans la structure des dépôts -

A la base de la coupe, un gros banc de grès violacé montre une intercalation bréchique à sa partie supérieure. Les éléments de la brèche, d'après leur richesse en fer et leur forme, peuvent être interprétés comme des fragments de croûte ferrugineuse durcie, arrachés par des courants puis redéposés. Certains fragments évoquent même des cupules de figures de dessiccation.

Plus haut, là où les faits sédimentaires demeurent plus facilement observables, j'ai relevé ⁽¹⁾ :

- des figures de charges (à l'échelle des laminites)
- des pistes sur les surfaces de grès psammitiques
- des stratifications obliques (à l'échelle des laminites)
- des stratifications obliques entrecroisées à l'échelle des bancs) ⁽²⁾
- des stratifications œillées ou confuses (à l'échelle des laminites et des bancs)
- des dichotomisations, des ravinements (à l'échelle des bancs).

Ces figures, surtout observées dans la partie supérieure de la coupe, montrent que la succession est normale (dans un pays de nappe il n'est pas superflu de la préciser) et qu'elle représente un type de dépôt mis en place dans un milieu relativement plat, peu profond, probablement soumis à l'action des marées, où l'importance des courants a joué un rôle dans l'architecture des dépôts élémentaires et, peut-être, émergé localement et temporairement (croûtes ferrugineuses) milieu où se mettaient en place des matériaux devant avoir eu la qualité de boues généralement fines.

La plupart de ces figures ont été observées dans les dépôts riches en fer oxydé. Dans les dépôts plus riches en carbonates, et en particulier, dans les pélites carbonatées jaunâtres, les bancs débutent souvent par une zone présentant des "convolute-laminations" puis des stratifications obliques et se terminent par des dépôts plus réguliers où les délits montrent une grande abondance de mica détritique (muscovite) et un peu de chlorite.

⁽¹⁾ Nomenclature et signification empruntées à l'Essai de Nomenclature et caractérisation des principales structures sédimentaires (Y. GUBLER et al. 1966).

⁽²⁾ La mauvaise qualité des affleurements ne m'a pas permis de procéder à un nombre suffisant de mesures de directions sur un même niveau, lorsque cela était possible, pour pouvoir en tirer des conclusions utiles.

Cette apparition de niveaux à débit suivant des lits riches en minéraux phylliteux a lieu également dans les faciès détritiques rouges : dans des lentilles à granulométrie fine, intercalées dans les dépôts plus grossiers ou sous forme d'horizons plus étendus au sein de dépôts pélitiques fins et enfin, quelques fois, à la partie supérieure des bancs gréseux. Il s'agit dans tous les cas de psammites ⁽¹⁾ qui occupent ici la place de fins de séquences ou de joints de stratification et correspondent alors aux "phases de ralentissement et de formations résiduelles positives" de A. LOMBARD (1956). Ces niveaux psammitiques semblent être la conséquence de périodes de calme dans la tranche d'eau recouvrant les dépôts préexistants ou tout au moins de périodes où les courants atteignent des intensités minima. C'est le moment où ce type de dépôt peut se mettre en place que peut aussi s'exprimer franchement l'influence du milieu local et on constate alors que ces dépôts psammitiques ou à tendance psammitique (pélites vertes, riches en muscovite de la coupe) ont presque tous une couleur verte due à leur richesse en chlorite. Ce fait est particulièrement net au sommet de la coupe, dépourvu de métamorphisme.

Ces constatations permettent de revenir au problème des changements de coloration et d'en éclaircir la genèse : les teintes rouges ou roses associées aux granulométries les plus grossières pourraient être des teintes héritées, non modifiées par le milieu en période d'agitation maximum ; les teintes vertes, associées aux granulométries les plus fines sont des "teintes néoformées" correspondant aux périodes de plus grand calme dans le milieu de dépôt. Ces conclusions rejoignent les idées exprimées par G. LIENHARDT (1963) et J. RICOUR (1960) mais ici, plutôt que de qualifier les teintes rouges de "rescapées" de la réduction, il me semble préférable de les appeler héritées. Ce raisonnement conduit à envisager les chlorites de ces dépôts comme des minéraux authigènes et si l'on va plus loin, songeant à la conservation des teintes rouges et vertes en particulier, dans les niveaux inférieurs métamorphiques, il faut penser que les chlorites des phyllites vertes, à grains de quartz très fins, pourraient bien être en grande partie des minéraux authigènes plutôt que des minéraux du métamorphisme.

- Disparition brutale du métamorphisme -

Même si l'on admet que les petites fractures figurées à gauche de la coupe (Pl. XVI) suppriment une tranche lithostratigraphique plus grande que celle qui a été reconstituée, il faut reconnaître que toute trace de déformation et de recristallisation observée sur les quartz (seuls témoins utilisables) disparaissent sur une dizaine de mètres et on observe des niveaux à granulométrie très fine, à la base de la coupe, qui sont déjà intacts.

(1) Au sens descriptif de J. JUNG (1958). J'emploie ce terme parce qu'il a une signification descriptive bien précise pour tous les géologues de langue française bien que son usage ait été déconseillé par le Committee on Sedimentation (Essai de Nomenclature des roches sédimentaires, 1961, p. 8 et 16).

On retiendra le fait que, dans cette série, les déformations et les recristallisations disparaissent en quelques mètres, à la partie supérieure de l'ensemble t₁.

Les observations détaillées, effectuées sur ce secteur, permettront, un peu plus loin de reconstituer une partie de la coupe que je considérerai comme typique de cette unité tectonique (fig.55).

Dans la description des autres affleurements rattachés à la nappe de Felix, je ne m'attarderai plus que sur leurs particularités propres.

1. 2. Affleurements de la zone orientale de la Sierra de Gador

1. 2. 1. Klippe d'Enix

Le village d'Enix est bâti à cheval sur un ensemble comprenant :

- une semelle de phyllites surtout mauves, violacées ou lie-de-vin, constituant la terminaison orientale des affleurements de t₁ ;
- une masse de gypse présentant de fortes complications internes : des plis soulignés par des niveaux renfermant de nombreux débris de dolomie noire, pyriteuse. Ces dolomies, observées ailleurs dans la même position et en meilleur état, peuvent être interprétées comme d'anciennes intercalations, au sein des dépôts gypseux. Cette masse de gypse repose ici sur les faciès t₃ de la nappe de Gador par l'intermédiaire d'un contact très tourmenté ;
- des grès roses ou lie-de-vin, puissants, intercalés entre les phyllites et les dolomies, à l'W du village d'Enix ;
- des dolomies.

On retrouve ici à peu près tous les faciès déjà observés au S de Felix avec en plus, des gypses. La position structurale de l'ensemble et la très petite distance qui le sépare de la bordure N des affleurements du lambeau de Felix obligent à le rattacher à la nappe de Felix et à le considérer comme appartenant à une klippe : la klippe d'Enix. Cette klippe supporte un témoin de Néogène calcaire. Elle bute sur son bord septentrional contre t₂ et t₃ de la nappe de Gador par l'intermédiaire d'une faille légèrement inclinée vers le S et d'âge post-tortonien (le Tortonien a été abaissé avec la lèvre méridionale de la faille). Au N du village d'Enix, phyllites, quartzites et dolomies de la klippe dessinent une flexure masquant très probablement la même faille qui n'affecte que le substratum (la série carbonatée de la nappe de Gador, fig. 49, a et b).

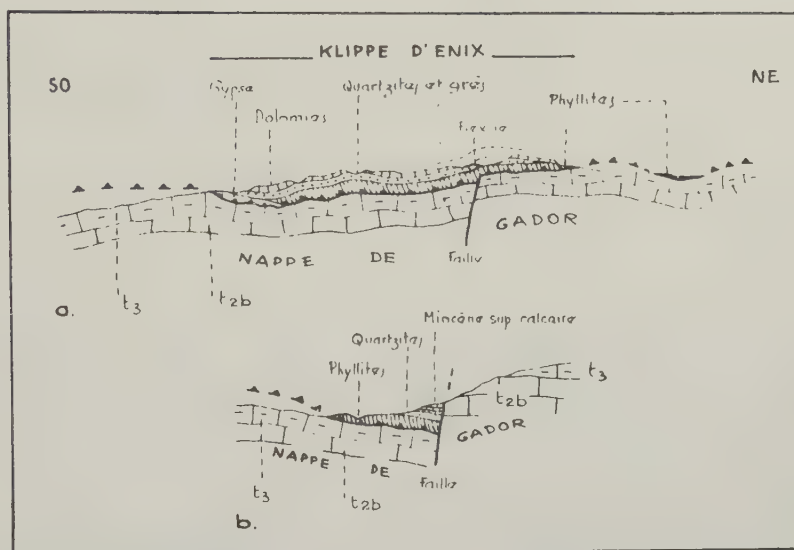


Fig. 49. — Coupes à travers la klippe d'Enix (nappe de Felix) et son substratum :

- a) à l'W d'Enix, de las Yeseras (au S), au Cerro de la Encina, au N ;
- b) de la Loma de Arco, au S, à la Loma de los Yegueros, au N.

1.2.2. Zone complexe d'Alhama et son prolongement occidental

La disposition actuelle de cette zone complexe est donnée par la carte au 1/100 000^e et les coupes de la planche IV (chapitre " Géométrie "). Dans ce secteur, la nappe de Gador est ployée en un synclinal compliqué d'écaillages sur ses flancs N et S. Le cœur de ce synclinal est occupé par des phyllites mauves, bleutées et surtout violacées, surmontées par des quartzites roses et des grès lie-de-vin puis, localement, par des dolomies sombres. Dans la série des phyllites, il existe des intercalations de gypse :

- la première dans les environs immédiats des mines de soufre de Gador (près du Cortijo del Ingles) ;
- la seconde au km 27,5 de la route traversant la Sierra de Gador, au S d'Alicun (près du Cortijo la Cuesta).

Les intercalations du Cortijo del Ingles sont de petite taille, lenticulaires bien "interstratifiées" à l'échelle de l'affleurement dans des phyllites plus ou moins gréseuses et ferrugineuses ⁽¹⁾ (fig. 50). Elles se situent à une dizaine de mètres du passage à la sédimentation carbonatée (t2) qui débute par des calcaires marneux et se poursuit par des dolomies noires peu puissantes, couronnées par des calcaires admettant un niveau à petits Gastropodes très mal conservés. En ce même point, W.H. HETZEL (1923) a signalé la présence de Myophories. Certains bancs calcaires présentent un faciès vermiculé.

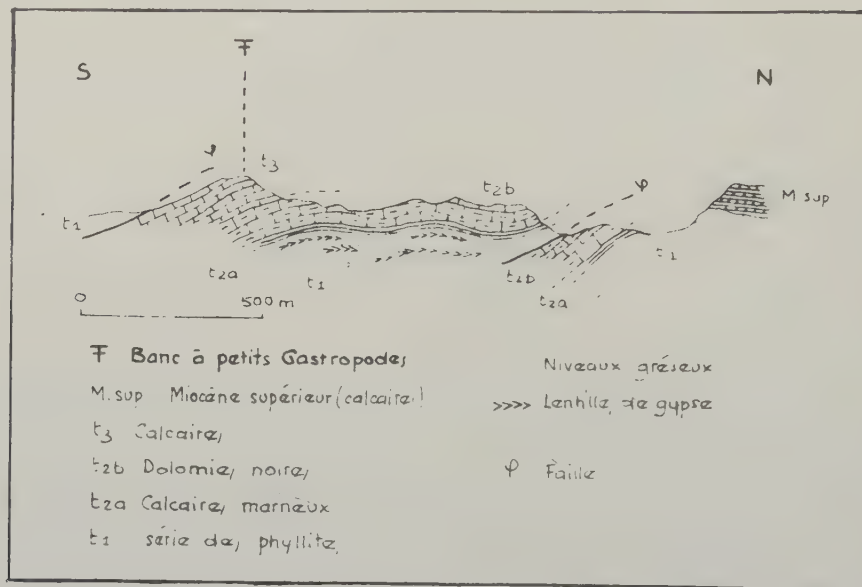


Fig. 50. — Coupe à travers les écailles de la nappe de Felix (un peu à l'W du Cortijo del Ingles), illustrant les divers faciès présents dans la nappe.

Au Cortijo la Cuesta, en grand, les lentilles gypseuses sont encore interstratifiées dans la série des phyllites (phyllites roses ou bleutées, accompagnées de quartzites). Des dolomies noires, concordantes, très fétides et pyriteuses accompagnent ces gypses. Elles renferment de nombreux restes de petits Gastropodes et des Foraminifères (*Glomospira*, J. P. JACQUIN, 1965). La position de ces dolomies, ici très nette, permet d'interpréter les microbrèches à éléments dolomitiques de très petite taille des environs d'Enix comme résultant du broyage d'intercalations du même type.

(1) Ces niveaux ferrugineux de couleur rouge brique, sont constitués par de la séricite et du quartz très fin et renferment localement des enclaves plus riches en fer à structure complexe, que l'on pourrait interpréter comme des concrétions légèrement modifiées par la tectonique (microplis). Ils rappellent les faciès décrits par F. FERNEX (1962) dans son Trias de type IIIa, au N de Lorca.

Ces dolomies à Ammodiscidae ont une origine marine et leur association avec les niveaux gypseux oblige à interpréter ces derniers comme des dépôts salins de bassin marin et non pas, le contexte aurait pu le suggérer, comme des croûtes gypseuses continentales, nées dans un domaine situé entre désert et tropique, analogues à celles décrites par H. BORCHERT et R.O. MUIR (1964). Si les dolomies présentent un intérêt paléogéographique certain, par contre, leur contenu faunistique mal conservé et peu significatif n'a pas permis de tirer des conclusions stratigraphiques utiles : le genre *Glomospira* étant représenté du Silurien à l'Actuel. Tout juste pourrait-on dire que cette série de phyllites avec ses gypses, ses dolomies et leur microfaune rappelle la série du Permien tunisien dont Ch. GLINTZBOECKEL et J. RABATE (1964) ont décrit les microfaciès.

A l'E de la zone d'Alhama, en allant vers le centre de la Sierra de Gador, peu à peu, les affleurements de la nappe de Felix ne sont plus représentés que par une faible épaisseur de la série des phyllites (et en particulier par les faciès violets ou rouges, gréseux) et par des témoins dolomitiques fortement entamés par l'érosion.

Comme dans les affleurements situés aux alentours de Felix, la série t1 présente à sa base un faible degré de métamorphisme ; par contre, à sa partie supérieure, les grès lie-de-vin, à grain très fin ne sont souvent pas touchés. Ici aussi, la limite du métamorphisme passe un peu en dessous des faciès t2.

1.3. Affleurement de la bordure N de la Sierra de Gador

1.3.1. Klippe des Peñones de Tremendo (au SE de Canjajar)

Cette klippe est en partie masquée par des dépôts calcaires de Miocène supérieur. Elle se situe dans le prolongement de la zone d'Alhama.

La série t1 y est relativement peu épaisse et renferme des phyllites bleues et violacées, surmontées par des grès lie-de-vin et des dolomies noires. Localement, sur sa bordure N, ce sont les dolomies (t2) qui sont directement en contact avec t3 de la nappe de Gador (rabotage basal ? glissement posthume ?).

La nature des faciès, la présence de grès non métamorphiques et des îlots intermédiaires permettent de rattacher cet affleurement à la nappe de Felix sans aucune hésitation.

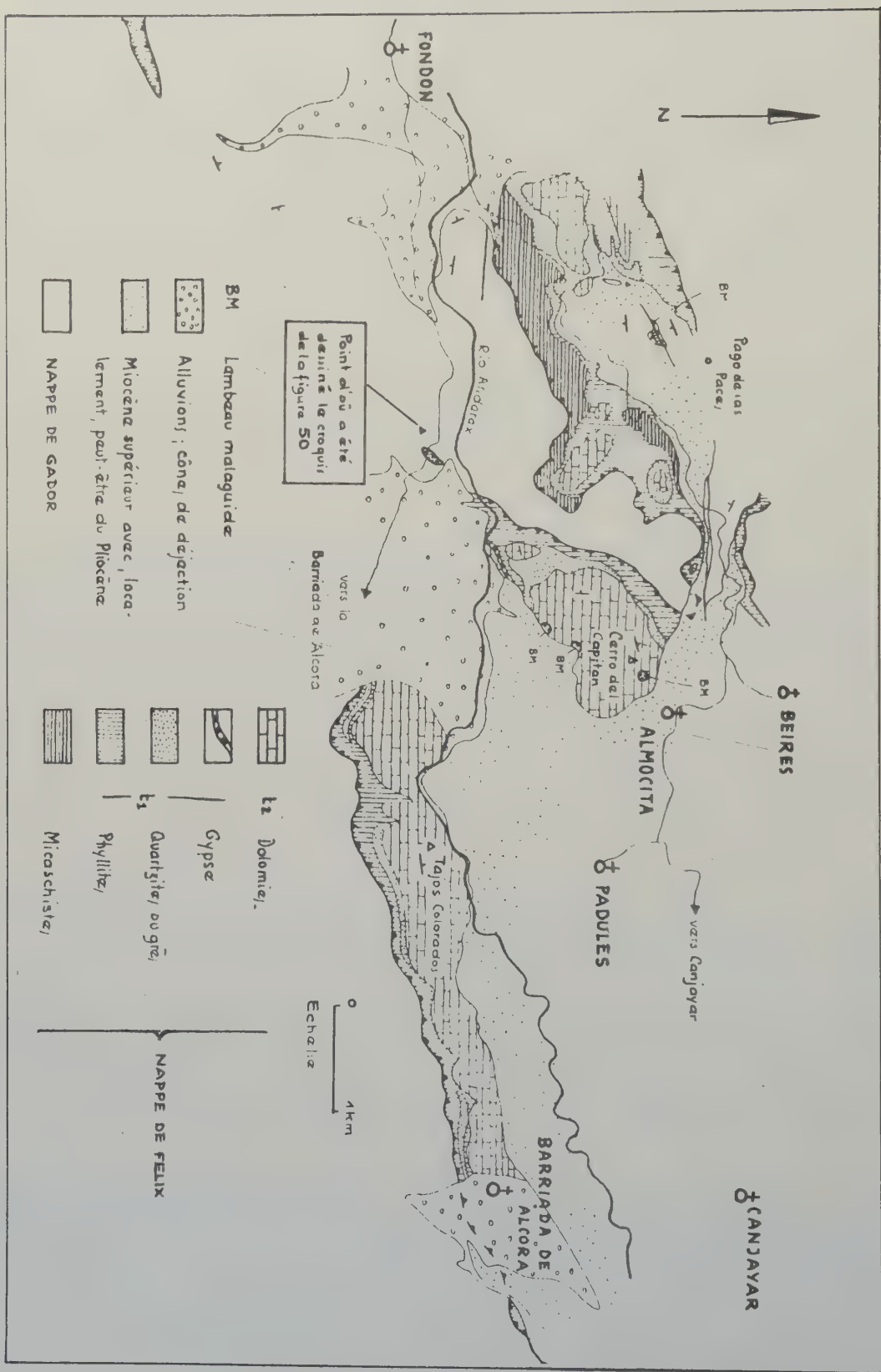


Fig. 51. — Carte des affleurements de la nappe de Felix, entre Canjajar et Fondon. Le Bétique de Malaga s.l. a été également figuré.

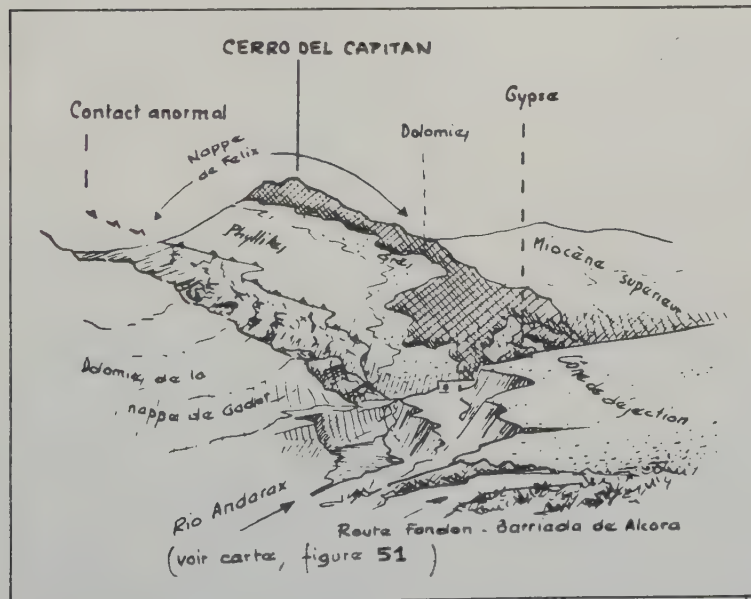
1.3.2. Affleurement situé entre la Barriada de Alcora et los Tajos Colorados

Entre le Miocène supérieur et la série carbonatée de la nappe de Gador, dans une vaste zone rectangulaire (fig.51) affleure une série à pendage N constituée par :

- des phyllites vertes, bleues et mauves ;
- des phyllites roses riches en quartz ;
- des grès-quartzites et des grès, rouge lie-de-vin ;
- des dolomies noires.

Bien que les distances soient assez grandes (2 ou 3 km) entre cet affleurement et ses voisins contenant les mêmes faciès, et occupant la même position tectonique, il n'y a aucun argument pouvant s'opposer au rattachement de cette klippe à la nappe de Felix, surtout si l'on songe à cette position géométrique, aux faciès, au degré de métamorphisme et à la limite de ce dernier, analogues à ce qu'on a pu observer dans les environs de Felix.

1.3.3. Affleurement du Cerro del Capitan et plus à l' W (fig. 52)



La succession et les faciès des niveaux t₁ et t₂ reposant ici sur la série carbonatée de la nappe de Gador sont identiques à ceux du grand affleurement précédent à un seul détail près : t₁ renferme ici des gypses.

Ces gypses affleurent au fond de la vallée de l'Andarax, dans une zone chaotique où sont mêlés des phyllites et des paquets de dolomies très sombres, recouverts par la base du Miocène supérieur.

Fig.52.— Croquis illustrant les faciès de la nappe de Felix dans le secteur du Cerro del Capitan et leurs rapports avec les formations sous et sus-jacentes. (Le N se situe approximativement à gauche).

situé le long de l'ancienne route allant de Fondon à

Au S, cet ensemble que j'attribue à la nappe de Felix, pour les mêmes raisons que précédemment, disparaît sous un vaste cône de déjection (Quaternaire ?) et ne réapparaît que dans un minuscule affleurement la Barriada de Alcora.

Un peu au N et à l'W du Cerro del Capitan, par l'intermédiaire d'un synclinal très aigu, faillé, à matériel Miocène pincé, l'affleurement de la nappe de Felix se poursuit et s'évase au N de la route Fondon-Canjajar (voir coupes séries Pl. X).

Le long de cette route, sa série se complète par l'apparition, sous les phyllites, d'une lame de micaschistes.

En lame mince, ces micaschistes montrent la constitution suivante :

- lits de quartz à extinction onduleuse ;
 - lits de biotite fortement altérée en chlorite ; muscovite ;
 - accessoirement, on y trouve encore :
 - o staurotide
 - o disthène
 - o grenat
 - o tourmaline bleu-vert
 - o dans certains échantillons : graphite.
- } ces minéraux sont toujours brisés

Les lits micacés montrent des plissements qui déforment les micas, des fracturations accompagnées de glissements. Le réseau dense des fractures affectant la roche est encombré de produits ferrugineux.

Il s'agit d'anciens micaschistes ayant subi une forte altération à caractère dynamique très accusé. Ils viennent ici compléter la série de la nappe de Felix, à sa base. On les retrouvera encore sur d'autres affleurements plus occidentaux.

1.3.4. Affleurement du versant méridional de la Sierra Nevada

Au N d'une ligne passant à peu près au N de Laujar de Andarax, je n'ai effectué que des reconnaissances rapides et réalisé quelques coupes (Pl. VI, coupe XI, du chapitre "Géométrie"). Sans cartographie complète, à mon avis, il est difficile d'attribuer définitivement, ici comme ailleurs, un faciès ou même un groupe de faciès à telle ou telle nappe. Toutefois, songeant à rechercher une explication simple à ces coupes, explication dictée par ce qui a été observé plus au S, j'attribue un certain nombre de lambeaux tectoniques du versant méridional de la Sierra Nevada à la nappe de Felix. Pour appuyer ces attributions, j'insiste encore sur le fait qu'entre Fondon et le Cerro del Capitan, compte tenu de la présence d'un synclinal néogène très aigu, on voit nettement la nappe de Gador escalader le relief de la

Sierra Nevada, ce qui incite à voir ici la continuation de l'édifice de nappes reconnu dans la Sierra de Gador.

Ceci dit, la série des phyllites bleues et mauves (avec ses dolomies) sur laquelle est bâtie la localité de Laujar de Andarax me paraît appartenir à la nappe de Felix. La simplicité de l'hypothèse qui consisterait à envisager le raccordement entre ces phyllites et ces dolomies et celles du versant N de la Sierra de Gador par-dessous le remplissage alluvionnaire récent de la Alpujarra, alliée à la continuité cartographique des phyllites jusqu'au Cerro del Capitan me paraissent des arguments décisifs (fig. 51)

Au N de Laujar, le contact entre nappe de Felix et nappe de Gador, très redressé, paraît avoir rejoué et être affecté par une faille, ce qui permettrait d'expliquer l'absence de micaschistes à l'affleurement.

A l'E de Laujar, entre les villages de Beires et Canjayar, la route traverse un ensemble chaotique où se mêlent le Miocène supérieur (marneux ou détritique); des phyllites violacées ou rougeâtres, des grès rouges attribuables à la nappe de Felix (comme cela a été fait sur la carte au 1/100 000^e) et des dolomies qui pourraient appartenir soit à cette même nappe, soit à son substratum. Dans cette zone, M. OROZCO (renseignement oral) voit des phénomènes de glissement vers le S à l'origine de la complexité des contacts observables. Je me rallierai volontiers à cette hypothèse car j'ai pu aussi en observer de part et d'autre de la Alpujarra :

- au N du Pecho del Conejo où les phyllites glissent lentement vers le pied de la Sierra de Gador en donnant lieu à de superbes phénomènes de décollement en forme de croissant;
- au N de Fondon et à l'E de Benecid, où l'on voit actuellement la moitié d'une colline à sommet dolomitique se diviser en deux, comme coupée au couteau, et les dolomies glisser sur leur substratum de phyllites.

A l'W de Laujar, toujours sur le versant méridional de la Sierra Nevada, la nappe de Felix s'enfonce avec la nappe supérieure de Gador sous le remplissage néogène du Bassin d'Ugijar (au S de Paterna del Rio).

1. 4. Affleurements de la nappe de Felix, à l'W de la Sierra de Gador (fig. 54)

1. 4. 1. Affleurement au N et au NE de Berja

En raison des délicats problèmes que posait ce secteur complexe, il a fait l'objet d'un levé sur photographies aériennes à une échelle située entre le 1/10 000^e et le 1/15 000^e.

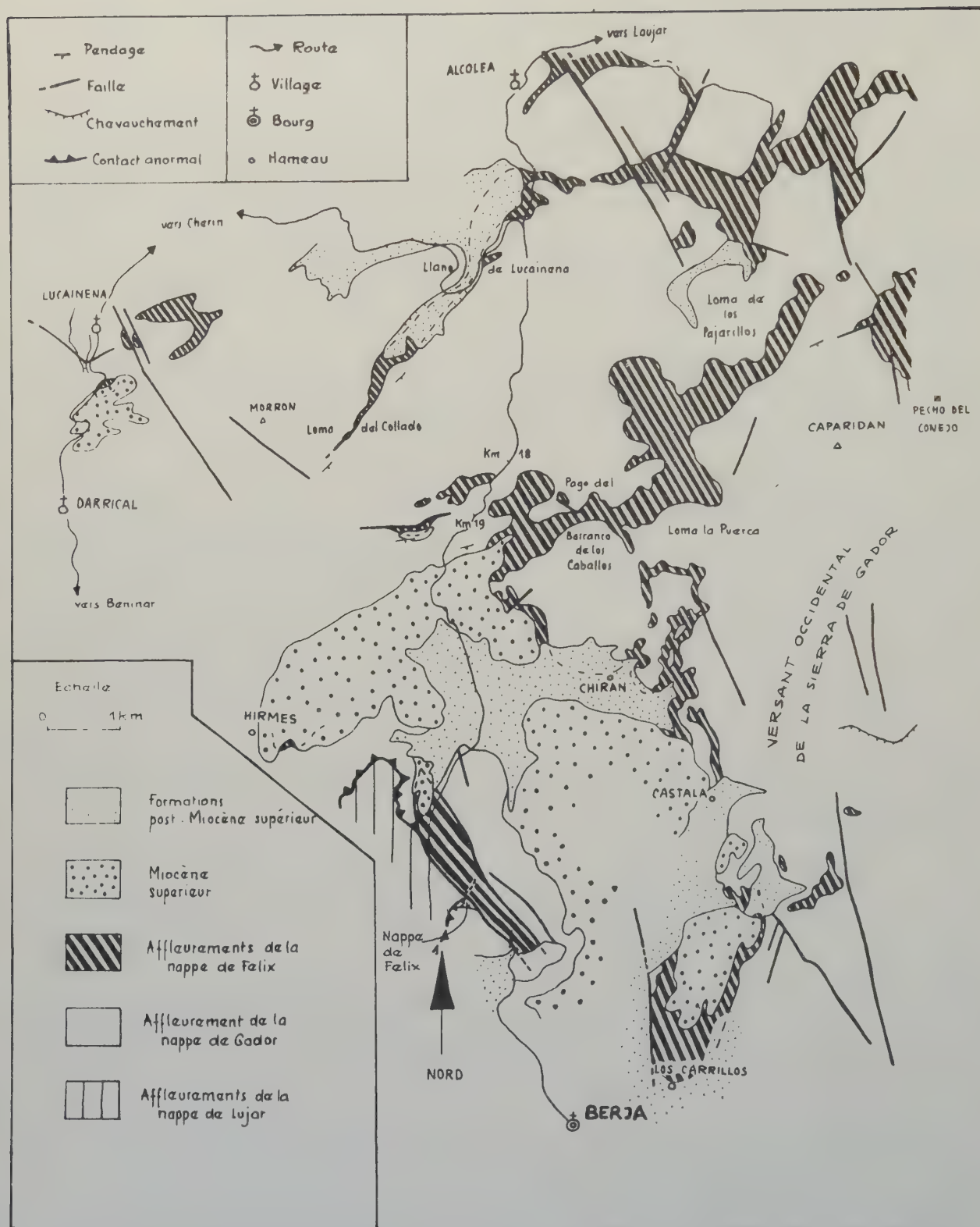


Fig. 54. — Carte schématique des affleurements de la nappe de Felix, au N de Berja. Les lambeaux malaguides ont été enlevés.

Sous le Néogène, essentiellement détritique, et sur des faciès carbonatés attribuables par continuité cartographique à t2 de la nappe de Gador, il existe toute une série de petits affleurements renfermant des phyllites bariolées, plus ou moins gréseuses surmontées par des phyllites violacées, moins métamorphiques, parfois coiffées encore par des dolomies de teinte sombre. Les affleurements sont dispersés, entre Los Carrillos au S de la Castala, au N ; à l'E, ils escaladent un peu le relief, ici très abrupt, de la Sierra de Gador (voir carte au 1/100 000e).

Toujours à cause de leur position géométrique et de la nature des faciès, je considère ces affleurements comme des klippes de la nappe de Felix.

Ils se poursuivent au N de la Castala, cette fois presque en continuité, jusqu'à l'E de Chiran et du Pago del Barranco de los Caballos.

Plus à l'W, près de Hirmes, entre des phyllites grises et bleues et la base du Tortonien, dans une tête de ravin, apparaissent des faciès rouge lie-de-vin ou rosés tranchant nettement sur une série de phyllites inférieures beaucoup plus métamorphiques. On y reconnaît surtout, de bas en haut :

- des quartzites roses
 - des pélites et des grès rouge-violacé
 - des psammites violacées, non métamorphiques
- } légèrement métamorphiques

La nature des faciès (détritiques fins) le métamorphisme léger ou nul, la brutalité du contact avec les phyllites sous-jacentes m'ont conduit à voir ici un minuscule lambeau de la nappe de Felix reposant directement sur les phyllites de la nappe de Gador.

Entre Hirmes et Berja, le long de la route Berja - Ugijar (Barranco de la Macequilla), affleure une bande de phyllites mauves ou bleutées à la base, fortement gréseuses, surmontée par une zone riche en faciès rouges ou même violacés peu métamorphiques, puis des lambeaux dolomitiques fortement bréchiques.

Par ses teintes et son métamorphisme, cette bande se distingue de la série des phyllites de la nappe de Gador affleurant au N, à l'E et au S. Je l'ai interprétée comme un lambeau de la nappe de Felix, abaissé entre deux failles au niveau de la nappe de Lujar à l'W, de la base de la nappe de Gador à l'E (voir la planche VII, coupe XIV et la planche VIII, coupe XVI du chapitre "Géométrie").

1.4.2. Affleurements du Pago del Barranco de los Caballos (Fig. 40, chap. VI)

Sous cette appellation je rassemblerai une bande de micaschistes et de phyllites (t2) qui va du SE du Morron au pied du Caparidan. Discontinue à l'W et légèrement pincée entre deux masses dolomitiques appartenant à la nappe de Gador, cette bande s'évase entre les km 18 et 19 de la route Ugijar-Berja puis elle se pince de nouveau légèrement dans le haut Barranco de los Caballos pour s'ouvrir ensuite sur la Loma de los Pajarillos et se pincer encore au N du Caparidan où elle se raccorde de façon presque continue avec les affleurements du Pied du Pecho del Conejo. Au S, cette même bande se raccorde encore de façon presque parfaite aux affleurements de Chiran.

A l'W de cette zone, cette bande ne renferme parfois que les micaschistes de la base. Au centre, dans une colline située immédiatement à l'E du km 18 (route Ugijar-Berja), la série se complète vers le haut par des phyllites mauves, des quartzites et des dolomies sombres. A l'E, sur le flanc de la Sierra de Gador, on ne trouve plus que la série des phyllites bariolées (mauves, violacées et noires) et des quartzites (roses ou violacés) et quelques témoins dolomitiques.

En raison de la continuité cartographique presque parfaite avec les affleurements du versant septentrional de la Sierra de Gador, je rattache encore cette bande à la nappe de Felix et vois dans la semelle de micaschistes qui n'existe qu'à l'W l'équivalent des micaschistes observés le long de la route Fondon-Canjajar (dans les environs du Cerro del Capitan).

A son extrémité occidentale, là où elle est fortement pincée entre deux masses carbonatées de la nappe de Gador, cette bande se rapproche des phyllites de cette dernière presque jusqu'à les toucher ; de plus, ici, du Néogène est impliqué dans le serrage et on verra plus loin l'importance de ce détail : il permettra de distinguer deux familles d'accidents affectant l'édifice de nappes.

1.4.3. La bande de phyllites située entre la Loma del Collado et le Llano de Lucaínena

Comme la précédente, elle est pincée entre deux masses de roches carbonatées appartenant à la nappe de Gador et, à son extrémité occidentale, se rapproche des phyllites de cette dernière nappe.

Dans sa partie médiane, cette bande renferme des phyllites bleues, mauves et violettes et des grès lie-de-vin peu métamorphiques, le tout reposant au N, presque à plat sur des dolomies (t2, nappe de Gador). Au S, phyllites et grès sont très légèrement chevauchés par la masse carbonatée de la nappe de Gador.

En coupe, dans sa partie médiane, cette bande a la forme d'un coin pris entre deux masses de la nappe de Gador (Pl. VI , coupe XII). A son extrémité orientale, le long de la route Ugijar - Alcolea, elle se pince et se réduit fortement pour s'ouvrir enfin et s'étaler à nouveau plus largement sur les dolomies (t2) et les calcaires (qui pourraient déjà être t3) de la nappe de Gador.

M. OROZCO (renseignement oral) verrait dans cet affleurement une intercalation d'origine stratigraphique au sein de la nappe de Gador (comparable à celles décrites par O. J. SIMON (1966 a) dans la Sierra de Carrascos. A mon avis, cette solution doit être rejetée en particulier pour les raisons suivantes :

- à l'E, cette bande se situe entre des niveaux élevés de la série carbonatée de la nappe de Gador tandis qu'à l'W elle sépare des niveaux stratigraphiquement plus bas. On verrait mal une intercalation aussi oblique dans t2 avoir une origine stratigraphique ;

- les phyllites et les grès rouges ont des faciès qui évoquent ceux de la nappe de Felix ;

- cette bande se raccorde presque sans interruption aux affleurements de la nappe de Felix du bord septentrional de la Sierra de Gador.

Personnellement, je rattache cet affleurement à la nappe de Felix et explique sa position en coin par l'intervention d'une tectonique post-nappe. C'est cette même tectonique qui est responsable du pincement de la bande plus méridionale et là, au N de la Rambla del Mosco, des faciès du Miocène supérieur sont impliqués. Dans les deux cas, il s'agit, à mon avis, de la tectonique tortonienne.

1.4.4. Affleurements des environs de Lucaïna

A l'E et au-dessus du village de Lucaïna, la série carbonatée de la nappe de Gador est coiffée par des paquets très minces de phyllites bleutées et mauves plus ou moins décalés par des failles de direction SE - NW.

Au S de Lucaïna, le long de la route Lucaïna - Darrical, des phyllites identiques occupent la même position géométrique et sont recouvertes par le Miocène supérieur marneux et détritique, transgressif, recouvrant aussi la série de la nappe de Gador.

Bien qu'ici les faciès rouges, gréseux et très peu métamorphiques, caractéristiques, de la nappe de Felix, soient absents (érodés), il me semble logique de rattacher ces paquets de phyllites à la nappe de Felix.

2 - SYNTHESE LITHOSTRATIGRAPHIQUE. COMPARAISON DES SERIES OBSERVEES DANS LA NAPPE.

2.1. Série type. Age des formations

Un coup d'œil d'ensemble sur les affleurements rattachés à la nappe de Felix fait apparaître les grands traits suivants et de bas en haut :

- au N et à l'W de la Sierra de Gador, cette nappe renferme une semelle de micaschistes qui disparaissent vers le SE et l'E, où les affleurements de la nappe sont cependant les plus vastes (on verra, lors de l'étude des contacts avec la nappe inférieure, des données supplémentaires à ce sujet) ;

- cette semelle est surmontée par une série de phyllites bariolées plus ou moins quartziteuses, aux teintes généralement vives, admettant des intercalations lenticulaires de dolomies et de gypse. Le métamorphisme y atteint le faciès "schistes verts" ;

- viennent ensuite des horizons plus détritiques à teinte dominante rouge lie-de-vin, rose vif, violacé ou verdâtre au sein desquels se situe généralement la limite supérieure du métamorphisme. A leur partie supérieure, la teinte de ces horizons s'éclaircit (rose pâle, jaune, vert-jaunâtre) en même temps que les carbonates et les argiles deviennent de plus en plus abondants. Tout métamorphisme indiscutable y a disparu ;

- en même temps que des stratifications plus régulières apparaissent, on passe à la série carbonatée. Elle débute généralement par des calcaires marneux peu épais et se poursuit par des dolomies de teinte gris foncé, noir ou gris brun à patine noire ou brun foncé. Ce sont les horizons que je rattache à l'ensemble de faciès appelé t₂ ;

- localement, au-dessus des dolomies apparaissent des calcaires gris ou jaunâtres, à faciès parfois vermiculé, pouvant renfermer des fossiles (Gastropodes et Myophories très recristallisées).

Les arguments paléontologiques sont insuffisants pour attribuer t₁, t₂ et t₃ à telle ou telle subdivision stratigraphique, mais il faut tenter de reconnaître ce que pourrait représenter chacun des ensembles (t₁, t₂ et t₃). Pour cela, on ne peut que faire des rapprochements avec les régions voisines. Raisonnablement, et en suivant les idées généralement acceptées pour le Bétique, on peut dire que :

- t₁ représente probablement le Permo-Trias - Trias inférieur
- t₂ et t₃ un Trias plus élevé dont la limite supérieure est impossible à fixer.

Quant aux micaschistes qui apparaissent localement à la base de la nappe, leur état d'altération et les causes de cette altération, la différence brutale de paragenèse primaire entre eux et les phyllites sus-jacentes obligent à les considérer comme antérieurs au métamorphisme alpin donc hercyniens ou plus anciens, en tout cas anté-permiens sans que l'on puisse préciser davantage.

En admettant ces hypothèses, dans la région étudiée, les gypses appartiendraient soit au Permien, soit au Werfénien en entendant par là que le Permien-Trias de cette nappe aurait déjà un faciès alpujarride ⁽¹⁾. Il y a toute une discussion possible autour de ce problème ⁽²⁾. Sans arguments paléontologiques définitifs, je le répète, cette discussion me paraît stérile, c'est pourquoi, par ailleurs, j'ai gardé les subdivisions en ensembles t₁, t₂ et t₃ pour la confection de la carte, sans leur attribuer aucune signification stratigraphique. L'absence de repères chronologiques n'empêchera pas les comparaisons des séries locales, représentées dans la nappe de Felix ; elle ne fera qu'en limiter la portée.

2. 2. Comparaison des séries locales

Sur la fig. 55 ont été juxtaposées les coupes lithostratigraphiques qui ont pu être relevées dans la nappe de Felix. Leur disposition tient compte de leur origine géographique et des effets de la tectonique post-nappe. Cette figure suppose que les lambeaux étaient autrefois solidaires les uns des autres (on verra la discussion autorisant cette hypothèse un peu plus loin).

(1) J'emploie ici le terme de Trias alpujarride au sens de la première Ecole hollandaise (voir chap. XII, § 1.1 et 1.2). Comme on a opposé le Trias alpin au Trias germanique, le Trias alpujarride a pu être opposé au Trias germano-andalou (des zones bétiques externes). De là à comparer le Trias alpujarride au Trias alpin, il n'y avait qu'un pas ; ce pas a souvent été franchi dans la littérature concernant le Bétique. Ces comparaisons paraissent prématurées : dans le Trias alpujarride, on ne connaît pas de faciès récifaux puissants et étendus, comparables à deux des Dolomites ; la stratigraphie du Trias carbonaté bétique est moins bien établie que celle du Trias alpin.

(2) On pourra voir à ce sujet P. FALLOT (1948), P. FALLOT, L. SOLE SABARIS et M. LEMOINE (1954) et O. J. SIMON (1963) qui traitent des problèmes de datation dans le Bétique. Dans O. J. SIMON (1963), on trouvera un historique et une abondante bibliographie.

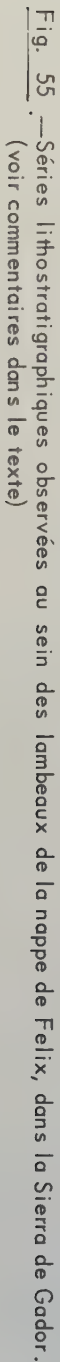


Fig. 55. — Séries lithostratigraphiques observées au sein des lambeaux de la nappe de Felix, dans la Sierra de Gador. (voir commentaires dans le texte)

La fig.55 met en valeur l'étroite parenté de constitution qui existe entre les différentes séries et leur épaisseur relativement réduite (les plus épaisses ne dépassent guère deux cents mètres). Ces deux caractères, on l'a vu, constituent des arguments puissants pour les attribuer toutes à la même nappe. Un troisième point commun à toutes ces coupes (sauf sur celles qui présentent une partie supérieure érodée) réside dans la limite du métamorphisme localisée presque au sommet des faciès t_1 : il subsiste toujours, sous les dolomies, des horizons non métamorphiques (calcaires marneux et gréseux, psammites rouges, grès fins rouge lie-de-vin).

2.2.1. Les variations à la base de la série

Si les analogies sont fortes entre les coupes relevées, des différences existent quand même : trois d'entre elles renferment une semelle de micaschistes à biotite alors que les autres n'en possèdent pas. Cette semelle n'existe qu'au NW de la zone étudiée et son biseautage sous le Permo-Trias continu des environs de Fondon et du Cerro del Capitan est très net. La présence de ces micaschistes n'est donc pas un obstacle à l'attribution de ces coupes à une même nappe. Mais on peut s'interroger sur la signification de la limite des micaschistes.

La limite des micaschistes traduit-elle une troncature ? un changement de niveau de décollement ? un rabotage basal plus ou moins intense ? On bute ici sur des problèmes comparables à ceux qui ont déjà été soulevés à propos des lambeaux malaguides. Pour tenter de résoudre ce problème, il faut introduire ici l'existence de brèches au sein et à la base de la nappe de Felix. Ces brèches mériteraient une étude particulière (voir plus loin) dont on a pu tirer que celles de la base de la nappe représentaient au moins le produit de broyage de roches appartenant aux deux nappes superposées. Les rabotages existent donc au contact des deux nappes et ont certainement conduit à des amincissements locaux (à la base de la nappe de Felix et au sommet de la nappe de Gador). Ces rabotages permettent d'expliquer des réductions locales d'épaisseur de t_1 (Peñones de Tremendo). Par contre, ils semblent insuffisants pour faire disparaître sur une aussi grande surface (les trois quarts de la Sierra de Gador) une semelle de schistes qui aurait été le substratum continu des séries de la nappe de Felix. Il ne resterait donc que l'hypothèse du changement de niveau de décollement pour expliquer le coin qu'ils dessinent sur une coupe WE à travers la nappe de Felix et les rabotages basaux pourraient expliquer les irrégularités dans le détail de ce coin. Cette hypothèse n'explique pas par contre l'existence de brèches du même type se situant au sein de la nappe (voir le §.4) et il faut admettre à cause de ces dernières que des décollements internes ont pu se produire ; les phyllites pourraient avoir été entraînées plus que les micaschistes au cours des déplacements tangentiels.

2.2.2. Les variations au sein de la série

Ces variations s'observent dans t_1 , au niveau des horizons légèrement métamorphiques : la série des phyllites bariolées avec intercalations de gypse ou de quartzites.

Bien que les effets de la tectonique tangentielle se fassent sentir fortement dans ces niveaux, interdisant la reconstitution d'une série lithostratigraphique précise, des variations latérales peuvent y être mises en évidence.

Lors de l'étude des différentes klippes, on a vu que l'on pouvait observer l'existence d'intercalations lithostratigraphiques de gypse dans la série des phyllites. Ces intercalations sont limitées à quatre coupes relevées dans la Sierra de Gador (fig.55). A ces gypses, peuvent être associés des niveaux dolomitiques peu épais, qui n'existent pas non plus dans les autres coupes. La limite d'extension des faciès gypseux vers le SW et le S apparaît assez nettement. Au S de Felix, la série des phyllites renferme des niveaux gréseux riches en fer que l'on ne retrouve pas ailleurs avec le même développement. De même, les affleurements de grès roses (sommet de t_1) situés au S de ce village et près d'Enix représentent une extension verticale et locale particulière de ces faciès. Il faudra tenir compte de ces faits dans une tentative de reconstitution paléogéographique.

2.2.3. Variations au sommet de la série

Deux coupes montrent au sommet de t_2 la présence de faciès calcaires parfois vermiculés, à affinités alpujarrides très nettes. Ailleurs, ces faciès n'existent pas.

Comment expliquer ce fait ? Il ne peut pas être lié à une troncature contemporaine de la mise en place des lambeaux malaguides. Ces faciès pourraient avoir été érodés mais il faut songer alors à une érosion antérieure à la mise en place des klippes malaguides puisque celles-ci reposent sur les dolomies (t_2). Or, on l'a vu au chapitre précédent, il ne subsiste aucun témoin de cette érosion ; cependant, ceci ne constitue pas une preuve de son absence. Il reste encore une explication possible : les calcaires ne se sont déposés que localement. Cette dernière hypothèse me paraît la plus satisfaisante puisque ces faciès n'apparaissent que là où la série complète atteint les plus fortes puissances mesurées dans la région (plus de 200 m) ou bien là où elle renferme dès sa base les faciès "bassin" les plus nets (gypses du Cortijo del Ingles, par exemple).

Mais, compte tenu du peu d'extension des contacts observés, cette considération ne permet pas d'éliminer la possibilité d'une érosion antérieure à la mise en place de l'ensemble supérieur.

On ne peut donc, honnêtement, que souligner ce fait : la série carbonatée de la nappe de Felix comprend une masse dolomitique peu épaisse, se complétant, vers le haut et en deux points (La Añeca, le Cortijo del Ingles) par des calcaires vermiculés, fossilifères gris-jaune, à faciès alpujarride et à cela, ajouter que ces calcaires apparaissent surtout au SW, là où la série carbonatée atteint les plus grandes épaisseurs mesurées dans la région (environ 100 m), sans pouvoir avancer d'explication solide à leur absence ailleurs.

3 - CONCLUSIONS SEDIMENTOLOGIQUES ET PALEOGEOGRAPHIQUES

L'étude des séries permet de tenter une esquisse paléogéographique évolutive passant à travers les lambeaux de la nappe de Felix représentés dans la Sierra de Gador ⁽¹⁾.

A l'époque correspondant au dépôt de la base de la série t₁, deux domaines existaient (fig. 56 et 57) :

- au N E un domaine où se déposaient à un certain moment des évaporites,
- à l'W un domaine où la sédimentation est restée constamment détritique, plus ou moins pélitique ou gréseuse.

A l'époque correspondant aux faciès de la partie supérieure de t₁, les dépôts sont uniformes (grès fins, psammites, argiles ferrugineuses, etc) et traduisent des conditions de très faible profondeur (dans certains cas, au moins, proches de l'émersion).

On assiste à un comblement du bassin permo-triasique : ralentissement de la subsidence ou apports trop importants pour qu'ils puissent être absorbés par le bassin ? Il s'agit plutôt de cette deuxième éventualité d'après l'architecture intime observée dans les dépôts non métamorphiques.

(1)

Cette esquisse admet, pour des raisons qui seront discutées plus loin, que les lambeaux de la nappe de Felix faisaient partie d'un grand ensemble continu qui recouvrait toute la nappe de Gador avant l'érosion anté-Miocène supérieur.

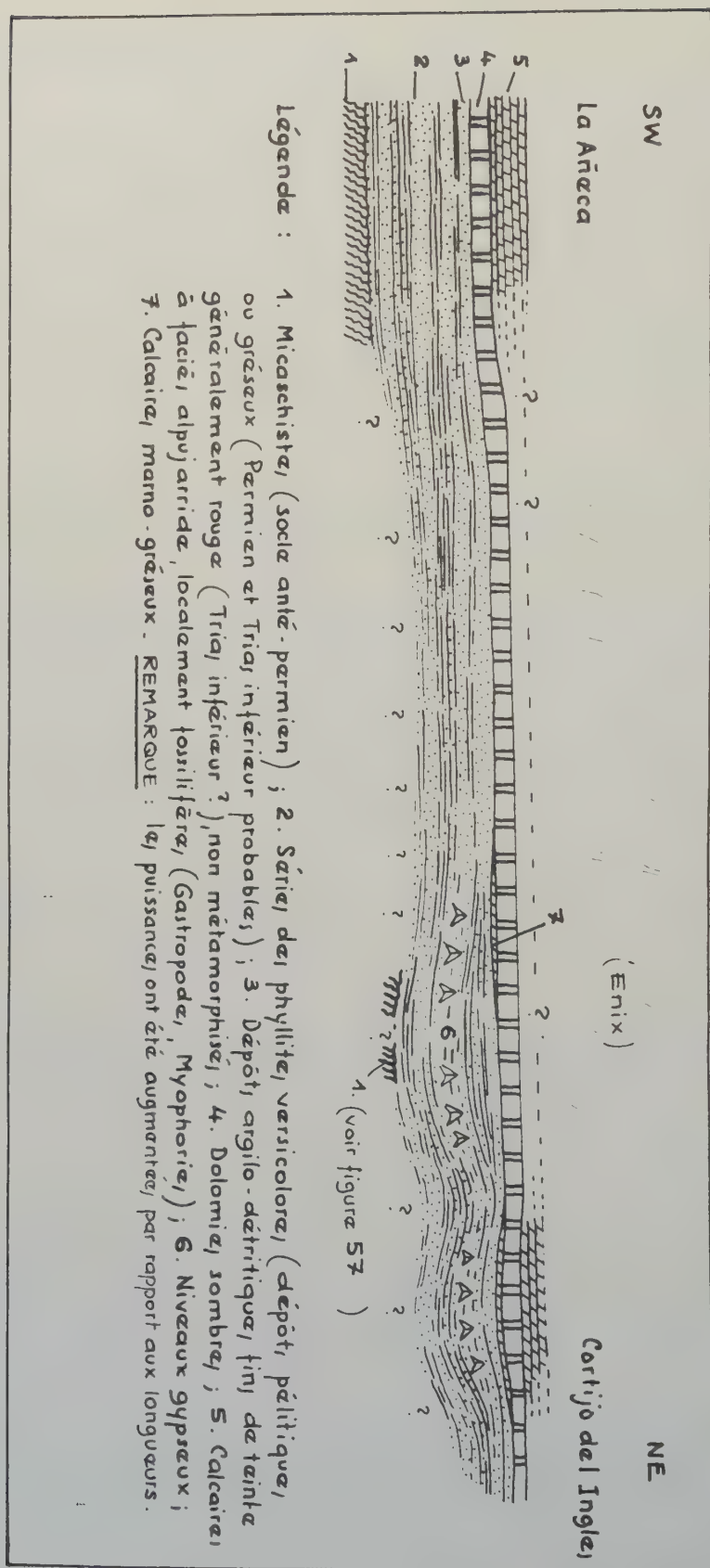


Fig.56 — Tentative de reconstitution paléogéographique au sein de la nappe de Felix (sur une transversale allant du SW au NE de la région étudiée).

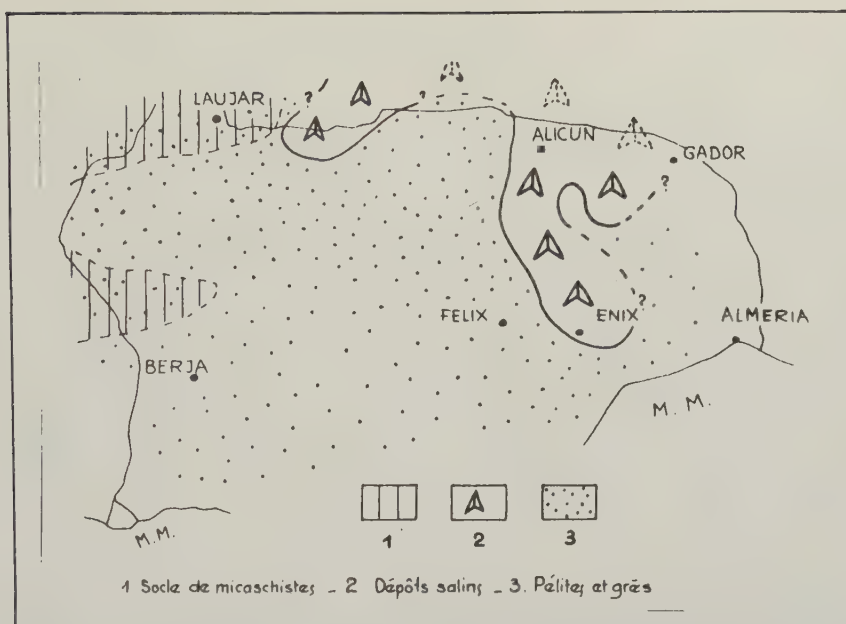


Fig. 57. — Répartition des principaux dépôts de la série t_1 .
Localisation des micaschistes anté-permiens.

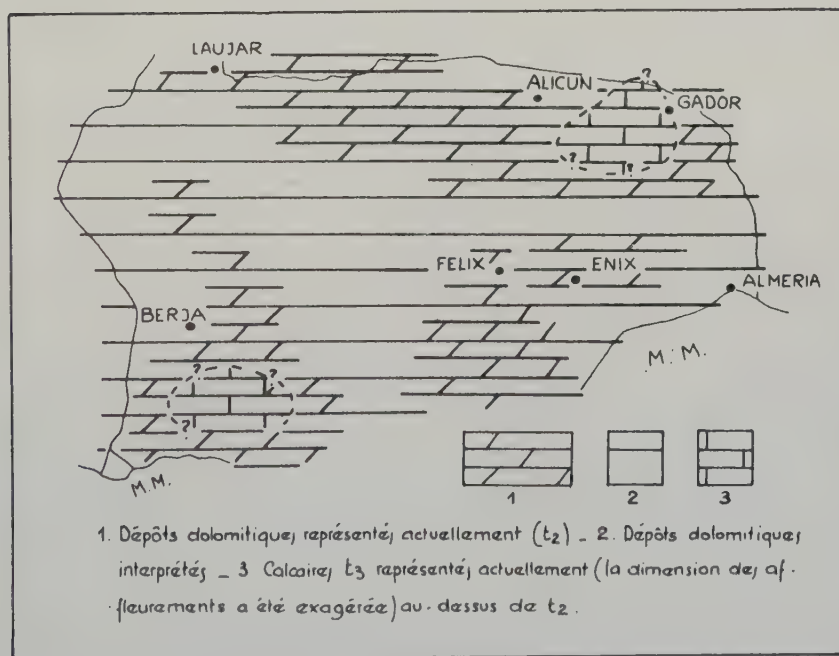


Fig. 58. — Répartition des ensembles dolomitique (t_2) et calcaire (t_3).

Dans cette série t_1 , une chose est frappante : elle est dépourvue de fossiles et en particulier, on n'y trouve aucune trace de plantes comme on pourrait s'y attendre dans de tels types de dépôts. Elle semble s'être mise en place dans un domaine marin, éloigné du continent fournisseur en matériaux détritiques. Cet éloignement expliquerait l'absence de dépôts détritiques grossiers. Il semble assez difficile de trouver dans les dépôts actuels une image qui pourrait illustrer l'aspect général de ce bassin au Permo-Trias. Dans des dépôts d'âge équivalent, on pourrait songer à des comparaisons avec ceux du type "verrucano" alpin, mais ici les dépôts volcano-sédimentaires acides (A. MICHARD et P. VIALON, 1966) font défaut et la comparaison s'arrête au fait que la composition et la coloration des dépôts sédimentaires y sont identiques (J. FABRE et R. FEYS, 1965). De plus, dans la série t_1 , on n'a pas trouvé le moyen de séparer le Permien du Trias comme cela a été fait dans les Alpes (J. FABRE et R. FEYS, 1965) où l'invasion marine progressive du Trias a pu être suivie.

Au niveau des faciès t_2 , les dépôts carbonatés envahissent tout le domaine. Ils sont directement dolomitiques ou précédés par des pélites riches en argile et carbonates puis des calcaires marno-gréseux et enfin des calcaires (fig. 56).

Localement, et peut-être seulement à l'E et au S, la sédimentation se poursuit par des faciès calcaires vermiculés évoquant la puissante série t_3 du domaine alpujarride typique et représentant la poursuite d'une subsidence probablement régulière (fig. 56 et 58).

4 - LE CONTACT DES KLIPPES DE LA NAPPE DE FELIX AVEC LA NAPPE INFÉRIEURE.

4.1. Les brèches tectoniques

Impressionné par l'extension de ces brèches le long des contacts, leur allure lenticulaire, leur faible puissance, et surtout le fait qu'elles témoignent parfois seules de l'extension ancienne de la nappe de Felix (entre Enix et la Mer Méditerranée en particulier), je me suis demandé s'il ne serait pas possible d'y trouver des témoins de formations plus récentes que celles que l'on observe dans les séries alpujarrides.

J'y ai prélevé de nombreux échantillons mais aucun d'entre eux n'a fourni d'indice permettant d'envisager qu'elles pourraient représenter par exemple du Mésozoïque écrasé ou quelque formation plus récente que le Trias.

Par contre, d'autres enseignements tirés de cette étude permettent qu'on leur consacre quelques lignes.

4.1.1. Affleurements au S d'Enix

Ces brèches du contact affleurent bien sous la bordure orientale du lambeau de Felix et, localement, jusqu'à 1 km plus à l'E. Elles se présentent sur le terrain avec une teinte jaune, vive, grise ou rosâtre. Leur puissance peut dépasser la cinquantaine de mètres. La Rambla de las Hortichuelas, au NE du Cerro de los Lobos offre un bel affleurement de ces brèches (on en trouvera la description sur la fig.59) dont une de leur particularités réside dans le fait qu'elles renferment des éléments provenant aussi bien du toit (phyllites, gypse, quartz) que du mur (calcaire, dolomies). Il faut souligner dès maintenant la présence de ces fragments de phyllites dont il faudra tenir compte pour l'étude du métamorphisme en rapport avec les événements tectoniques.

4.1.2. Affleurements au N E de Fondon

A la base encore de la nappe, dans le cas où elle renferme des micaschistes, ces brèches ont pu être observées. Au km 39,5 de la route Canjayar-Laujar (coupe VI, pl. X du chapitre "Géométrie"). Elles ont fait l'objet d'une étude détaillée, résumée sur la fig.60. Elles se présentent ici encore sous la forme d'une mylonite jaunâtre s'insinuant parfois entre des lames de micaschistes et emballant des blocs de calcaires métamorphiques. On peut y reconnaître en lame mince des débris de micaschistes altérés et écrasés. Mais ici, il n'y a pas de gypse.

4.1.3. Affleurements au sein de la nappe

Au sein de la nappe de Felix, entre phyllites (t₁) et dolomies (t₂) elles ont été observées également. Un bel exemple se situe sous les dolomies du versant oriental du Cerro de los Lobos où la brèche se présente en lentilles atteignant 1,5 à 2 m de puissance, avec une couleur jaune et une structure plus ou moins litée, due à la présence d'éléments dolomitiques anguleux de très petite taille (dessinant le litage horizontal apparent), ou plus gros (décimètre-cube).

4.2. Interprétation

D'après leur contenu, leur aspect et leur situation, ces brèches rappellent beaucoup les "Konglomeratische-mergel" étudiés en détail par S. DUPLAIX et P. FALLOT (1960 a et b) puis par L. LEINE (1968), à l'E des chaînes bétiques, qui les a appelées des "cargneules polygéniques" et les a interprétées comme "des brèches de friction liées à des mouvements différentiels parallèles à la stratification générale" ; il y a reconnu une "schistosité myolinitique". Pour L. LEINE

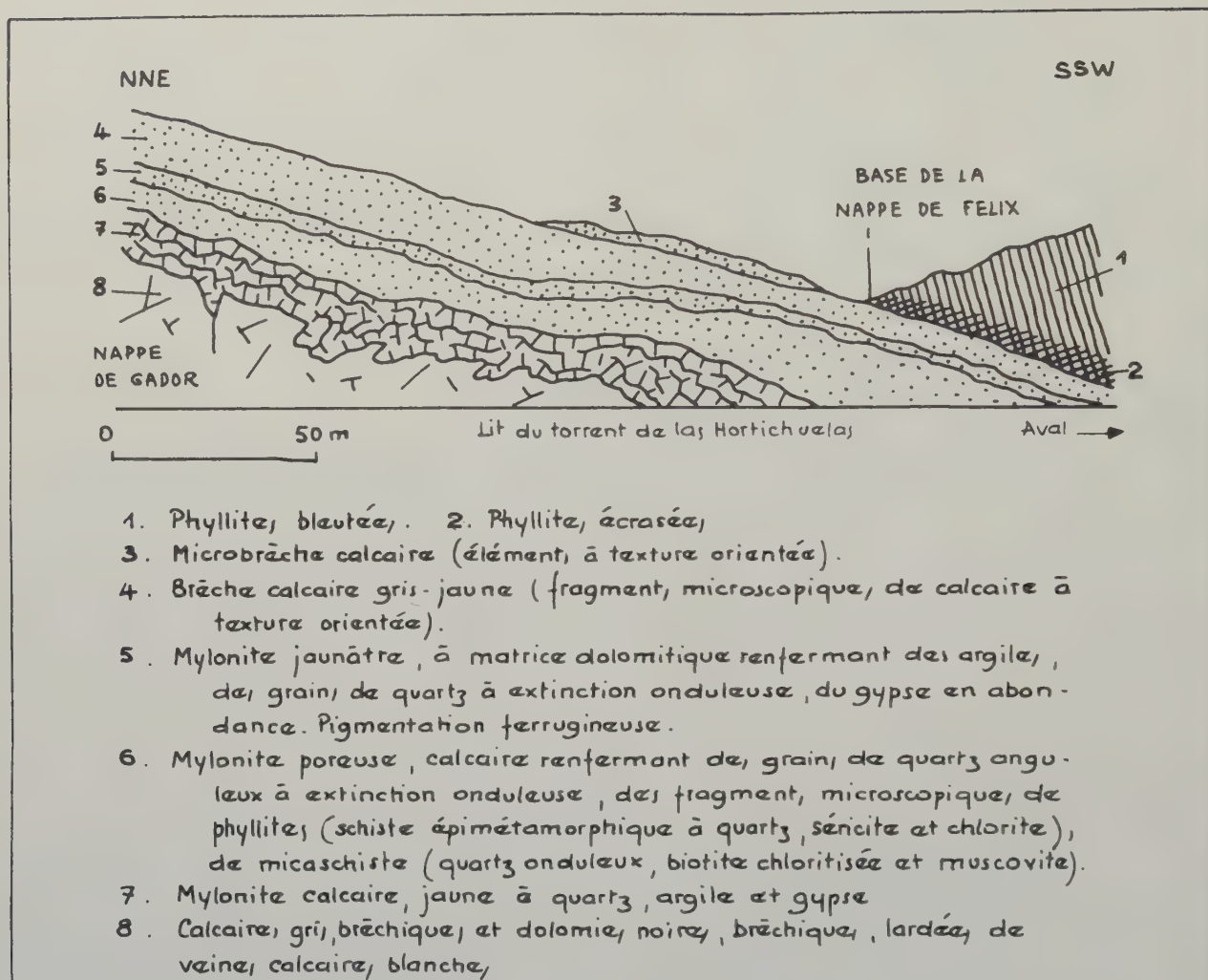


Fig. 59.-

Etude du contact entre la nappe de Felix et la nappe de Gador dans la Rambla de las Hortichuelas, au S du village d'Enix (500 m à l'E du Km 11 de la route Roquetas de Mar-Alicun).

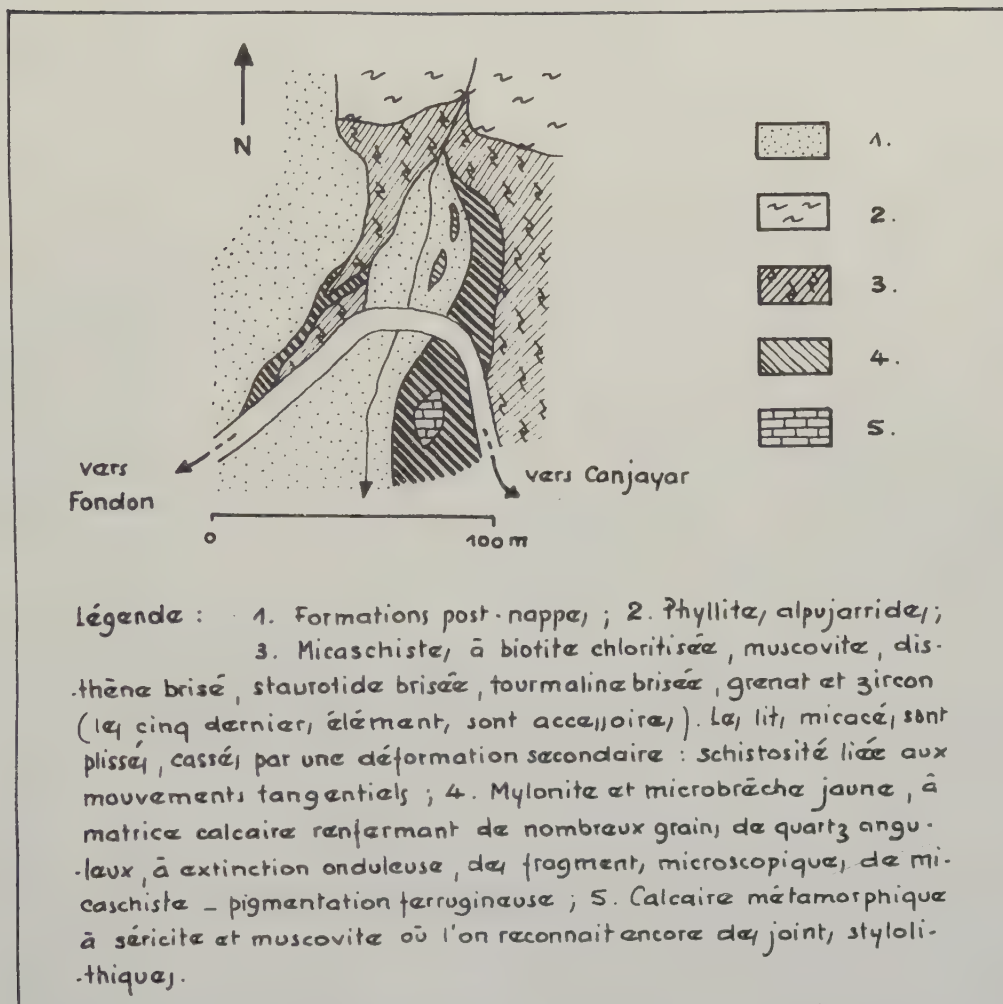


Fig. 60. — Base de la nappe de Felix avec mylonite et brèches jaunes (km 39.5 de la route allant de Canjayar à Fondon).

(op. cit.) ces brèches se sont formées surtout à partir de cargneules préexistantes et ces cargneules auraient été associées à des roches salines, ce qui expliquerait la présence fréquente de gypse et la localisation à des horizons déterminés. Ces brèches seraient postérieures au métamorphisme statique responsable de la dolomitisation et de la calcitisation de la matrice mylonitique et enfin de l'apparition de nouveaux silicates dans la matrice et dans les fragments de roches. Ce deuxième métamorphisme serait surtout important dans les brèches des parties profondes de l'édifice de nappe d'après C. G. EGELER et O. J. SIMON (1969). L. LEINE a décrit ces roches dans les contacts entre les unités tectoniques et au sein d'une même unité ; il a donné la paragenèse de leurs minéraux néoformés en tenant compte de leur situation dans l'édifice de nappe. Il cite les néoformations suivantes, par ordre de fréquence décroissante :

Alpujarrides	Ballabona-Cucharon	Névado-Filabrides
- quartz, fer - rutile, tourmaline - mica incolore - chlorite - albite - apatite, mica jaune-brun	- fer, quartz - tourmaline - rutile, mica incolore, albite - chlorite - mica jaune-brun - apatite - épidote, titanite (sphène), zéolite, feldspath potassique	- fer, quartz, rutile - albite, mica incolore - chlorite, mica jaune-brun - apatite - titanite - amphibole, épidote, disthène, oligoclase, scapolite

S. DUPLAIX et P. FALLOT (1960 a et b) avaient attribué une origine résiduelle à ces roches dont les minéraux lourds auraient été issus de terres émergées au Trias inférieur, peut-être un domaine cristallophyllien prolongeant vers l'E la nappe de Malaga.

On sait maintenant que le domaine malagais se prolonge de façon presque continue jusque dans l'E des chaînes bétiques et qu'il y possède une couverture Permo-triasique. Il faudrait donc imaginer une autre origine pour ces minéraux lourds. La liste de ceux donnés par ces auteurs diffère peu de celle de L. LEINE (op. cit), c'est la suivante :

- tourmaline incolore, tourmaline jaune, rutile, mica noir, feldspath parfois prismatique, quartz, quartz bipyramidés, quartz corrodés, épidote, chlorite, mica blanc, phlogopite, pyrite, zircon, sphène, hornblende.

Cette liste concerne des échantillons prélevés dans des positions tectoniques variées et se distingue légèrement de celle de L. LEINE (1968) par la présence de phlogopite ⁽¹⁾ de zircon, et l'absence de zéolite, d'apatite, de disthène et de scapolite. Pour S. DUPLAIX et P. FALLOT (1960 b, p. 316), ces "konglomerat-tische Mergel" ne sont pas métamorphiques.

On le voit, ces deux interprétations sont opposées.

L'étude des affleurements et des échantillons de la Sierra de Gador permet de reconnaître que la réalisation de ces brèches est postérieure aux phénomènes ayant transformé les dépôts t₁ en roches métamorphiques du faciès "Schistes-verts" puisqu'ils existent en fragments dans cet état au sein des brèches. La présence de schistes à biotite écrasés et altérés montre que ceux-ci ont pu occuper une étendue plus vaste que celle visible actuellement sous les séries de la nappe de Felix. Dans les échantillons récoltés, je n'ai pas vu de métamorphisme, ni statique, ni dynamique affectant à la fois les éléments et la matrice de la brèche : les rares calcites, dolomites, gypses ou quartz (moins rare) subautomorphes observés dans la matrice sont des minéraux qui peuvent se développer dans des conditions normales et aucune déformation n'affecte à la fois la matrice et les éléments ⁽²⁾.

Le litage observé dans ces brèches est curieux : il résulte de la richesse visible à l'œil nu, en quartz ou en dolomie, de niveaux parallèles concordant avec les plans limites des brèches. Ce litage est particulièrement net sur l'affleurement du versant oriental du Cerro de Los Lobos ; là, il existe des lits renfermant des quartz (empruntés aux phyllites) parfaitement arrondis, allant d'une taille microscopique à la taille d'un petit pois, et aussi de gros fragments dolomitiques petits et arrondis ou grands et très anguleux. L'allure du litage et la forme des grains quartzeux ou dolomitiques de petite taille ne me paraissent pas pouvoir être attribués à des causes tectoniques (arrondi lié aux frottements dans des plans de cisaillement de L. LEINE, 1968).

Par contre, on imaginerait assez facilement que cette brèche litée représente un ancien dépôt lié à des circulations souterraines ayant couru entre les roches carbonatées poreuses, fracturées et les phyllites, imperméables. Si cette hypothèse peut s'appliquer à cet affleurement, on ne peut pas l'extrapoler directement aux autres, où les niveaux imperméables sont au-dessus et les horizons poreux en-dessous.

(1) à moins que le mica jaune-brun de L. LEINE ne soit du phlogopite.

(2) Il faut rappeler que ces brèches se situent sous une unité très élevée de l'édifice de nappe et que ces brèches n'ont jamais été soumises à des surcharges importantes. Ces conclusions s'accordent avec les remarques de C. G. EGELER et O. J. SIMON (1969).

Dans la région étudiée, ces brèches ne sont pas constantes sous la nappe de Felix : on ne peut donc pas les considérer comme un phénomène lié simplement et directement aux mouvements tangentiels ; pour expliquer leur genèse, il faut faire intervenir des facteurs locaux. C'est dans d'anciens niveaux de cargneules, parfois associées à des dépôts salins que L. LEINE (op. cit.) voyait les facteurs locaux capables d'expliquer l'abondance de gypse dans certaines de ces brèches et parfois leur localisation lithostratigraphique précise.

En conclusion, on peut dire que dans la Sierra de Gador, les brèches des contacts anormaux pourraient être liées à des mouvements tangentiels tardifs (postérieurs au métamorphisme ou engendrées à la fin des mouvements tangentiels et du métamorphisme syncinématique) et elles représenteraient dans ce cas le produit de broyage de toutes les roches en contact. Les brèches "intra-nappes" auraient une origine double : circulations d'eaux souterraines, et peut-être ensuite reprise tardive par les mouvements tangentiels.

4. 3. Les formations en contact

En faisant abstraction de la tectonique post-nappe, on constate que la nappe de Felix repose toujours sur la nappe de Gador soit par l'intermédiaire de sa semelle de schistes anciens, soit par l'intermédiaire de la série des phyllites.

Dans l'W de la Sierra de Gador, la semelle de schistes repose sur les dolomies t₂ de la nappe de Gador ; au N sur les ensembles t₂ ou t₃ de cette même nappe.

Au NW, t₁ de la nappe de Felix, et plus précisément la série des phyllites, repose rarement sur les phyllites de la nappe de Gador (dans les environs d'Hirmes), parfois, sur les dolomies t₂ et plus souvent sur la série à dominante calcaire (t₃) de la nappe inférieure.

Dans l'E de la Sierra, la base de la nappe de Felix (t₁) est presque exclusivement en contact avec t₃ de la nappe de Gador.

Ainsi, d'W en E, le contact entre les deux nappes recoupe obliquement les faciès de l'unité la plus inférieure puis se cantonne au-dessus des plus élevés. Le développement des lignes de contact cartographiées est cette fois, suffisant pour qu'on puisse dire qu'il existe un contact oblique entre les deux nappes (fig. 61) ; on verra, au cours des comparaisons avec le domaine occidental voisin, qu'en gros, des niveaux de plus en plus bas de la nappe de Felix reposent sur des horizons de plus en plus bas de la nappe de Gador.

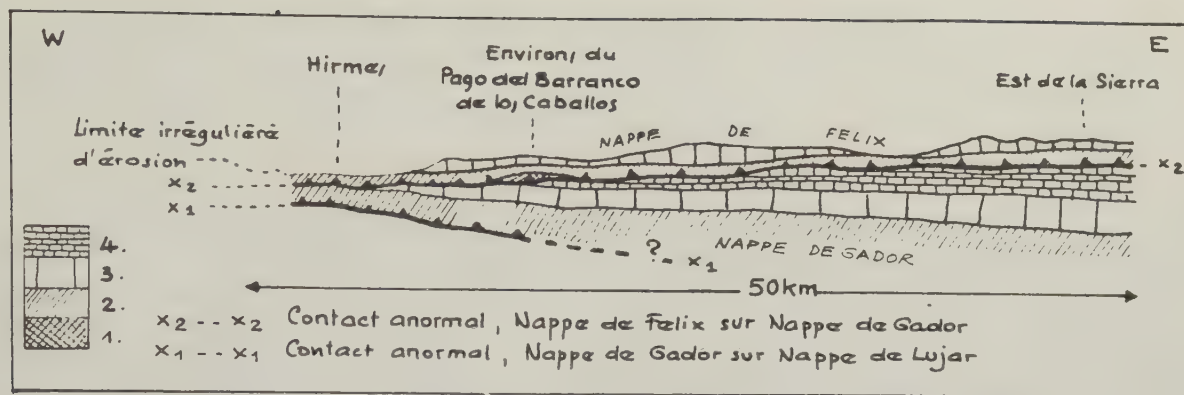


Fig. 61. — Schéma illustrant les rapports entre les ensembles représentés dans les nappes de Felix et de Gador. Noter la forme en coin des deux nappes.

1. Micaschistes anciens ; 2. Ensemble t_1 ; 3. Ensemble t_2 ; 4. Ensemble t_3 .

4. 4. Le morcellement de la nappe de Felix

Au N de la Sierra, entre Alcolea et Gador, les affleurements de la nappe de Felix se succèdent sans interruption dépassant trois kilomètres de long. Sur un parallèle plus méridional, passant par Berja, la nappe de Felix n'affleure que dans la dépression de Berja, près de Felix, dans la klippe d'Enix et dans de petits lambeaux dispersés sur la terminaison orientale de la Sierra. Ce parallèle passe par les sommets et la zone de plateau constituant les reliefs les plus élevés du massif, donc les plus exposés à l'érosion et ceci dès avant le Miocène supérieur, ce qui permet de supposer que la nappe de Felix a pu y être totalement érodée déjà avant le dépôt du Miocène. Cette hypothèse est confirmée par le fait que le Miocène repose, à travers ce secteur, soit sur la nappe de Gador, soit à cheval sur cette dernière et la nappe de Felix (cas le plus typique : celui des affleurements des Peñones de Tremendo).

Le long du versant méridional de la Sierra, la nappe de Felix n'affleure que dans les environs de la Añeca ; au S de Felix et près d'Almeria dans des lambeaux minuscules. L'absence d'affleurements au N et au NE d'El Ejido coïncide avec la région où les reliefs sont les plus élevés et les plus proches de la plaine s'étendant d'Adra à Roquetas de Mar. Là aussi, on peut penser que l'érosion a toujours été intense avant et après le dépôt du Miocène supérieur : celui-ci y est plus réduit qu'au S de Felix et actuellement il n'en reste guère d'affleurements.

De ces déductions, il résulte que la nappe de Felix doit avoir occupé toute l'aire étudiée, à une époque antérieure au Miocène supérieur. Cette extension (plus de 1 000 km²) justifie l'emploi du terme nappe plutôt qu'unité, que j'avais d'abord utilisé (J. P. JACQUIN, 1968 a).

5 — AGE DE MISE EN PLACE DE LA NAPPE DE FELIX

Les tentatives pour trouver des formations plus récentes que le Trias, impliquées dans les contacts entre la nappe de Felix et la nappe de Gador se sont révélées infructueuses. Il n'est donc pas possible, dans le massif étudié, de dater la mise en place de la nappe de Felix sur la nappe de Gador, pas plus qu'il n'a été possible de dater celle des lambeaux malaguides sur la nappe de Felix.

D'autres géologues (F. FERNEX, 1968 ; M. J. PAVILLON, 1969 et les auteurs hollandais) ont eu à affronter ce problème à propos d'unités comparables plus orientales et ne lui ont pas non plus trouvé de solution.

Entre les nappes plus profondes, les tentatives de datation des recouvrements se heurteront aux mêmes difficultés ; c'est pourquoi je ne reviendrai pas sur le sujet avant l'essai de synthèse générale.

6 — COMPARAISON AVEC L'ENSEMBLE SUPERIEUR

La nappe de Felix présente des analogies avec les lambeaux malaguides au niveau des ensembles de faciès, appelés t₁. Dans les Malaguides et dans cette nappe, on trouve les mêmes horizons détritiques rouges, fins, non métamorphiques, qui correspondraient au Permo-Trias-Trias inférieur.

La deuxième analogie entre nappe de Felix et lambeaux malaguides réside dans la très faible épaisseur de l'ensemble t₂, dolomitique, des deux nappes.

Des différences existent cependant :

- Un des lambeaux malaguides montre des gypses au sommet de t₂, qui n'existent pas dans le Trias carbonaté de la nappe de Felix ; dans cette dernière, on ne retrouve pas non plus le faciès dolomitique gris-blanc des Malaguides, attribuable au Lias ;

— la base de la nappe de Felix renferme une puissante série détritique fine, t_1 , métamorphisée, reposant localement sur des micaschistes qui n'existent pas dans les Malaguides où, par contre, on trouve des conglomérats rouges reposant sur un Paléozoïque non métamorphique.

Le cas des gypses dans les ensembles t_1 de la nappe de Felix et des lambeaux malaguides peut se prêter à une tentative de corrélation plus précise dans le but de savoir si ces dépôts peuvent être considérés comme contemporains ou non. Dans la nappe de Felix, ils se situent à quelques dizaines de mètres sous t_2 , dans les tout derniers niveaux métamorphiques (Cortijo del Ingles, Cortijo la Cuesta) ou plus ou moins remaniés dans les brèches recouvertes par une faible épaisseur de phyllites (klippe d'Enix). Dans le lambeau malaguide de Chiran, ils apparaissent au sein des formations rouges, finement détritiques, non métamorphiques, quelques mètres en-dessous des dépôts dolomitiques.

Compte tenu du caractère condensé des séries malaguides généralement admis par les géologues travaillant dans les chaînes bétiques, on peut penser que les gypses de la nappe de Felix et des lambeaux malaguides sont à peu près contemporains et représentent un élément d'analogie supplémentaire entre les deux. Ce sont les parties N et NE de la nappe de Felix, représentées dans la Sierra de Gador qui auraient le plus d'analogie avec l'ensemble malaguide, mais ce dernier trait est moins probant puisqu'il y a déjà des calcaires t_3 au NE des affleurements de cette nappe au niveau de t_1 alors que l'extrémité S et SW de la nappe de Felix renferme une série t_1 bien différente (puissante, métamorphique, sans gypse). Cette différence persiste au niveau de t_2 où l'on voit les dolomies s'épaissir et se coiffer de faciès t_3 calcaires.

Ces comparaisons et les commentaires que l'on peut y ajouter ont été résumés sur la fig. 62.

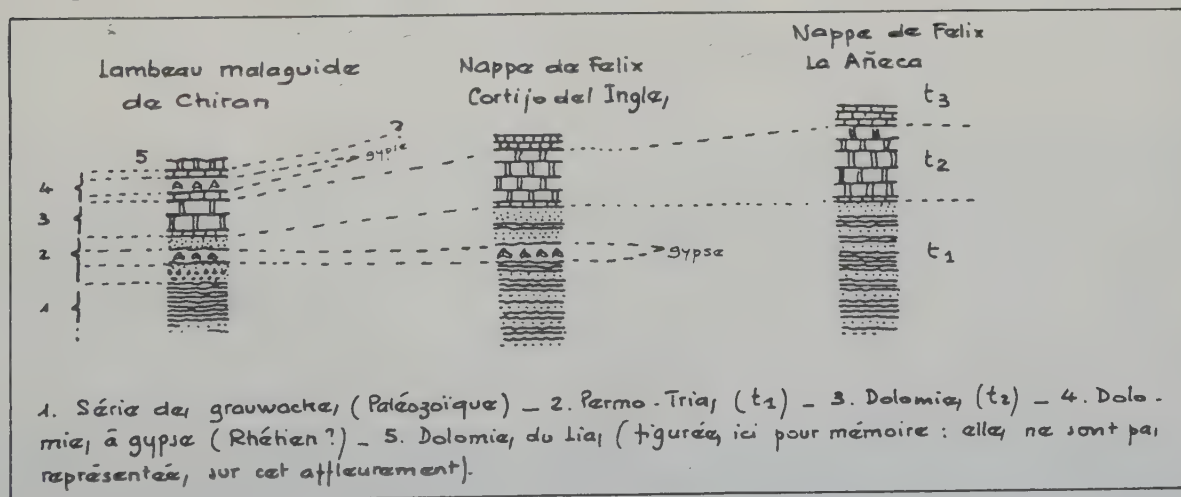


Fig. 62 .— Essai de corrélation entre la nappe de Felix et les lambeaux malaguides dans la Sierra de Gador.

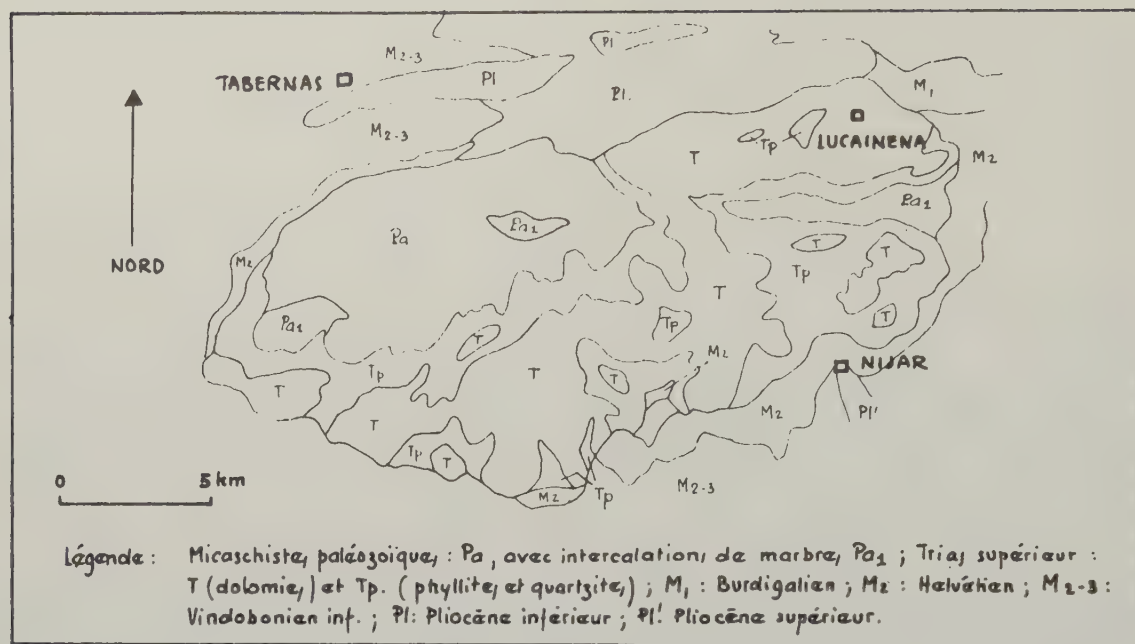


Fig. 63. — Carte géologique de la Sierra Alhamilla et de ses environs. Extrait de la carte de la Province d'Almeria de A. NAVARRO-ALVARGONZALEZ (1967).

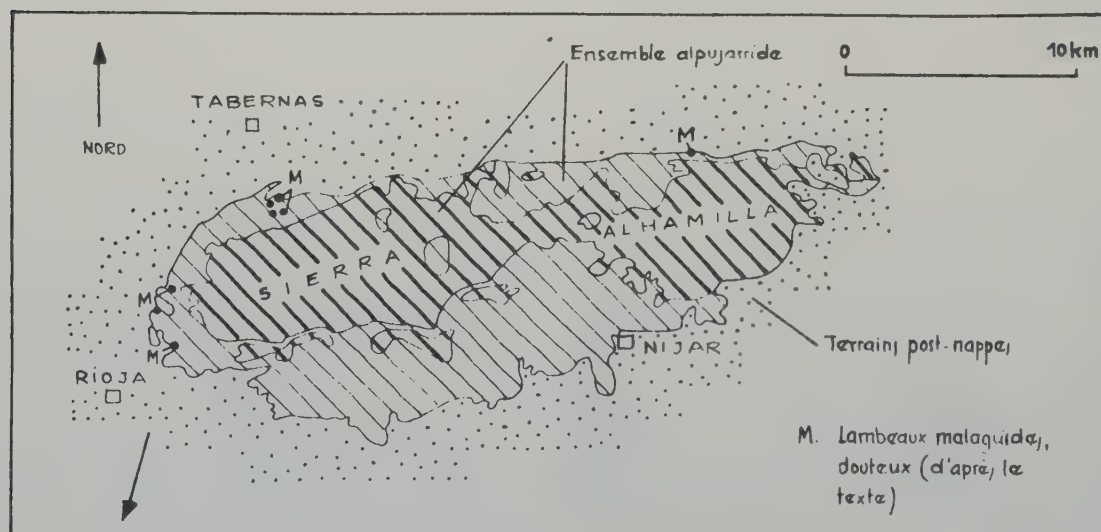


Fig. 64. — Carte tectonique de la Sierra Alhamilla, extraite de C.G. EGELER et O.J. SIMON (1969).

7 - COMPARAISON AVEC DES SERIES RECONNUES A L'E ET A L'W

7.1. A l'E de la Sierra de Gador

7.1.1. Sierra Alhamilla

A l'E de la Sierra de Gador, la Sierra Alhamilla représente une grande région où n'existe encore aucune cartographie détaillée. Les seuls documents publiés jusqu'à présent sur cette zone sont :

- la carte de A. NAVARRO-ALVARGONZALEZ (1967) au 1/200 000 e
- la carte de C.G. EGELER et O.J. SIMON (1969).

Ces deux documents (fig. 63 et 64) diffèrent passablement l'un de l'autre.

Sur la carte des géologues hollandais figurent des affleurements malaguides qu'ils qualifient de douteux dans le texte de leur publication (op. cit., p. 45 et 49) et envisageraient plutôt comme des lambeaux d'une unité intermédiaire entre Malaguides et Alpujarrides en raison de leur développement lithologique et de leur métamorphisme.

J'ai visité ces affleurements, en particulier ceux qui sont situés au S de Tabernas et près de Lucaínena où l'on trouve des "paquets" tectoniques constitués par des phyllites peu puissantes, des pélites et des grès rouges peu ou pas métamorphiques coiffés par des dolomies peu épaisses. Ces "paquets" occupent souvent des positions géométriques complexes engendrées par la tectonique post-nappe et, parfois, sont complètement emballés dans les sédiments de la base du Miocène supérieur.

L'aspect des dolomies, la couleur des phyllites, le très faible degré de métamorphisme des faciès t₁ et la petite puissance de ces "paquets" permettent de les rattacher à la nappe de Felix qui ne serait représentée ici que par des lambeaux recouvrant le prolongement de la nappe de Gador (J. WESTERVELD, 1929) et parfois éboulés dans le Miocène.

7.1.2. Sierra Cabrera

Ce massif en croissant se situe dans le prolongement oriental de la Sierra Alhamilla. Sa moitié orientale a été étudiée par H.E. RONDEEL (1965). Elle renferme des affleurements de type alpujarride dont la description donnée par cet auteur m'a

paru correspondre assez bien à la série de la nappe de Felix, compte tenu de la nature des faciès attribués au Permo-Trias et de la puissance (130 m) de ce dernier. H.E. RONDEEL (op. cit.) a vu dans cette série l'homologue de l'"unité de Variegato" définie par O.J. SIMON (1963) dans la Sierra de Almagro (20 km plus au NE).

Dans l'W de la Sierra Cabrera, dans un ravin NS coulant au pied E du Cerro del Medio, une coupe offre une succession allant du Néogène aux formations schisteuses du cœur de la Sierra. Dans le détail, cette coupe est complexe sur son extrémité septentrionale (sous le Néogène très redressé). Toutefois (fig. 65), les horizons 1 à 3 pourraient être attribués aux Névado-Filabrides (2 et 3 représentant l'ancienne Mischungszone très laminée) ; les niveaux 5 à 9 pourraient appartenir à la nappe de Gador (un peu à l'W de la coupe, détail qui a son importance, les dolomies 9 sont minéralisées en galène) tandis que la lame verticale (horizons 10, 11 et 17) pourrait représenter la nappe de Felix. Au N de la faille verticale φ , les calcaires oolitiques dolomitisés rappellent le Lias malaguide tandis que le paquet qui les surmonte pourrait être encore attribué à la nappe de Felix, détaché de l'ensemble et venu chevaucher les Malaguides après la mise en place des nappes.

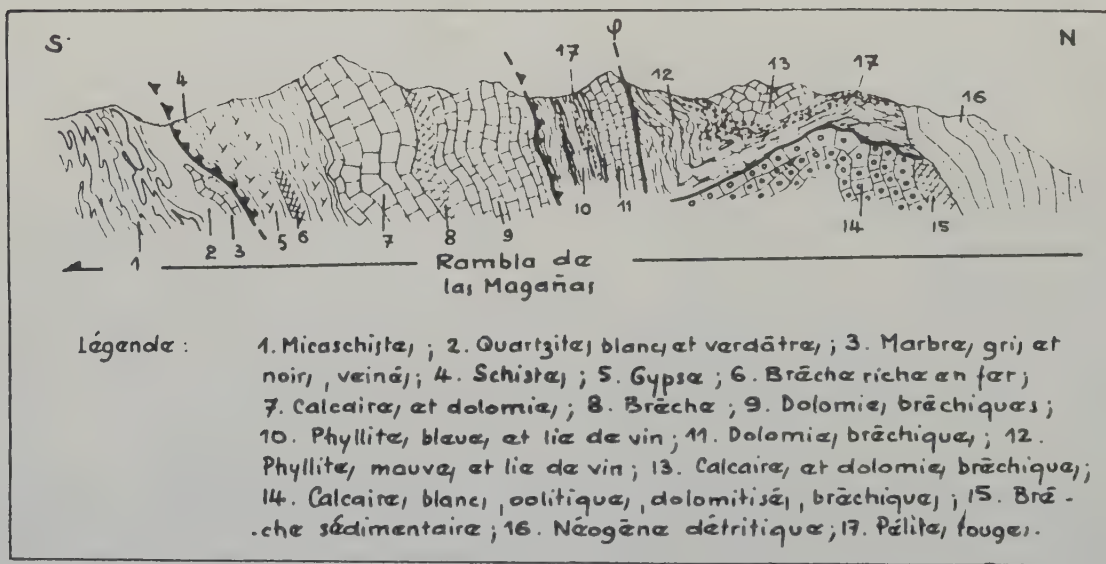


Fig. 65. — Coupe schématique à l'E du Cerro del Medio (Sierra Cabrera occidentale). Synthèse des deux flancs de la Rambla Magañas (voir interprétation dans le texte).

Cette interprétation diffère sensiblement de celle de H.E. RONDEEL (1965, p. 138) qui a donné une coupe du Cerro del Medio immédiatement voisin, dans laquelle il ne voyait au total qu'un élément alpujarride affleurer sous le Bétique de Malaga.

C. G. EGELER et O. J. SIMON (1969) signalent d'autres affleurements malaguides à l'extrémité SE de cette même Sierra, un peu au N du village de Carboneras. J'ai visité une partie de ces affleurements seul puis en compagnie de M. DURAND DELGA et J. AZEMA. Le long de la route Carboneras - Mojacar, la coupe de la fig.66 a été relevée.

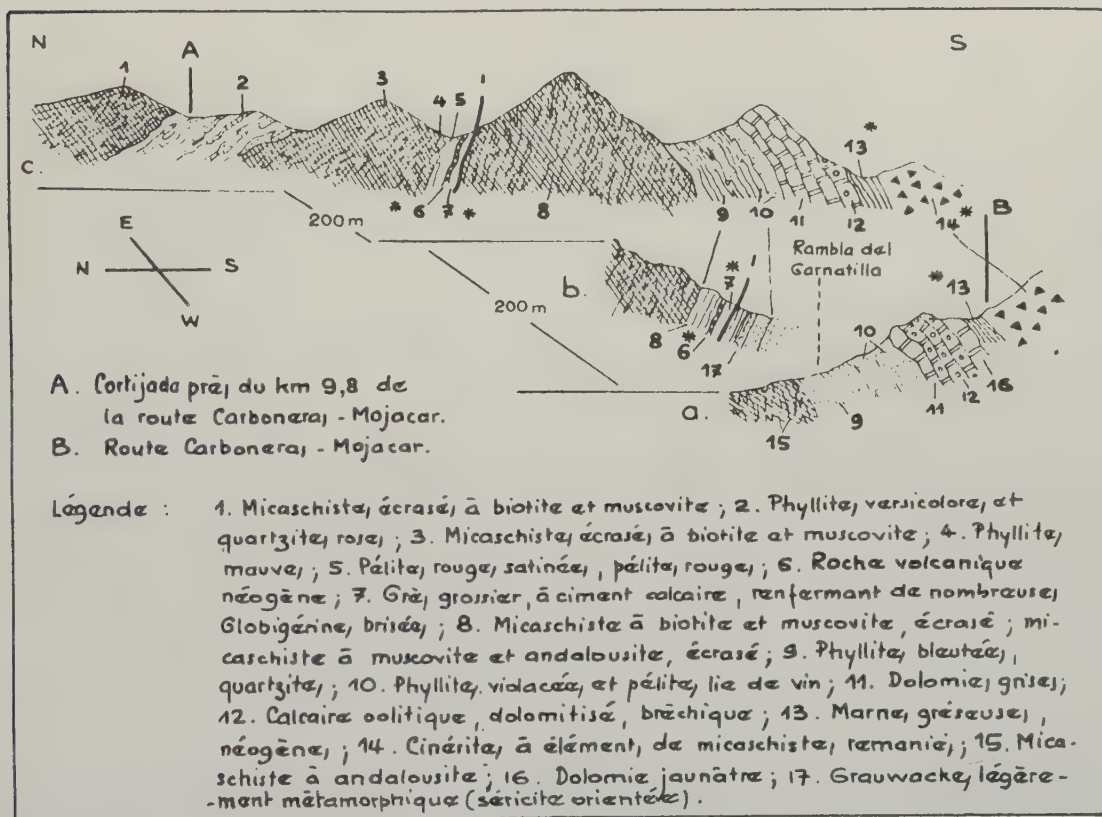


Fig.66.- Coupes à l'E de la route Carboneras - Mojacar. Environs du Km 9.

* Les horizons 6, 7, 13 et 14 représentent des formations volcaniques, volcano-sédimentaires, sédimentaires d'âge postérieur à la mise en place des nappes.

Sans avoir étudié et cartographié en détail les écaillés à matériel ancien et permo-triasique de cette coupe, il serait imprudent d'en donner une interprétation définitive. Toutefois, les quelques informations qui y ont été recueillies montrent qu'il n'y a pas dans ce secteur que des faciès attribuables au Bétique de Malaga mais des ensembles que l'on pourrait interpréter de la façon suivante :

— au N, le coin de phyllites et de quartzites pincé entre deux masses de schistes, a des affinités alpujarrides très accusées d'après ses faciès et son degré de recristallisation ;

— au centre de la coupe (niveaux 4, 5) phyllites mauves et pélites satinées non recristallisées rappellent ce qu'on observe dans la nappe de Felix ;

— au S, la série comportant des grauweekes à la base, puis des phyllites, des pélites rouges non métamorphiques, et enfin des dolomies grises et des calcaires oolitiques profondément dolomitisés et bréchifiés, évoque à la fois le Bétique de Malaga et les Alpujarrides. G. WESTRA (1969) a attribué lui aussi l'ensemble septentrional au complexe alpujarride auquel il associe les schistes (1, 3 et 8. — fig.66) et l'ensemble méridional au Bétique de Malaga.

7.1.3. Sierra de Almagro et extrémité orientale de la Sierra de Los Filabres

O. J. SIMON (1963) a défini dans cette Sierra une unité tectonique dite de Variegato qu'il a toujours considérée comme typiquement alpujarride. D'autres auteurs hollandais, en particulier H.E. RONDEEL (1965) et R.E. BICKER (1966) ont identifié des unités tectoniques qu'ils ont considérées comme équivalentes de l'unité de Variegato.

Entre la Sierra de Gador et l'E de la Sierra Cabrera, en passant par la Sierra Alhamilla, on a vu que ces unités pouvaient être rapprochées de l'unité de Felix définie dans la Sierra de Gador. Le long du parallèle passant par ces petits massifs, les affleurements pouvant être rapportés à cette nappe se suivent sans grandes interruptions. Plus loin, au N et à l'E, dans les régions étudiées respectivement par R.E. BICKER (1966) et O.J. SIMON (1963), les raccords deviennent beaucoup plus problématiques : l'édifice de nappe relativement continu qu'on vient de suivre disparaît sous les dépôts néogènes des bassins de Sorbas, Vera, etc

Toutefois, puisque les auteurs hollandais se réfèrent aux définitions de O. J. SIMON (1963), il faut tenter de les suivre.

En Sierra de Almagro, l'unité de Variegato repose sur des unités plus profondes (Almagro, Cucharon, Ballabona) dont l'attribution à tel ou tel domaine a subi bien des vicissitudes depuis 1963 (je reviendrai sur ce problème plus loin). L'unité de Variegato est plus profonde que le Bétique de Malaga et se situe immédiatement en-dessous de ce dernier. En partant du haut de l'édifice et en admettant qu'il garde quelque constance vers l'E, cette unité occuperait donc la même position que la nappe de Felix. Sa série renferme la succession suivante :

	Sommet	4	- calcaires et dolomies ;
		3	- phyllites pourpres, grises, vertes avec intercalations de quartzites rouges, blancs ou bruns ;
		2	- phyllites bleues, gris bleu, brun-vert avec quartzites gris-vert ; intercalations locales de conglomérats et de dolomies noires ⁽¹⁾ ;
	Base	1	- schistes brun-rouge à noir (généralement grenatifères) et quartzites.

Entre 2 et 3, O. J. SIMON (1963, p. 82) envisageait, bien que n'ayant pas trouvé d'argument décisif en Sierra de Almagro, qu'il pourrait y avoir une discordance et que cette discordance se situerait entre Paléozoïque et Permien d'après les références auxquelles il renvoie (op. cit., p. 51 et 52).

Ainsi, pour cet auteur, il y aurait des phyllites paléozoïques ⁽²⁾. La série des phyllites "supérieures" 3 est peu métamorphique, ses roches proviennent de la légère transformation de pélites très fines ; elle ne contient probablement pas de gypse.

Les horizons carbonatés débutent par des calcaires feuilletés localement concordants sur les phyllites ; ailleurs, le contact est tectonisé. Les changements de faciès y sont fréquents, elle renferme des calcaires et des dolomies. Cette série carbonatée est très peu recristallisée (O. J. SIMON n'emploie pas le terme de métamorphique à son sujet). L'épaisseur totale de la série carbonatée atteint entre cent et deux cents mètres.

Avant d'aborder les comparaisons avec les séries qui ont été envisagées précédemment, je soulignerai que j'ai pu visiter les affleurements de cette unité au voisinage de la Fuente del Alamo (SE de la Sierra) et que j'y ai retrouvé des faits comparables à ceux que l'on observe dans les environs de Felix, en Sierra de Gador : des pélites rouges satinées ou non (métamorphisme faible ou nul) et des nodules de sulfure de cuivre dans les phyllites sous-jacentes, par exemple.

D'après les descriptions des géologues hollandais (fig. 67), certaines affinités existent entre leur unité de Variegato et ma nappe de Felix, il s'agirait surtout à mon avis des suivantes :

(1) Un tel contenu fait songer à une "unité intermédiaire" (M. DURAND DELGA, 1968) ou même à la base de l'Ensemble malaguide où des poudingues voisinent avec les "calizas alabaedas".

(2) Il faut rappeler que dans le Bétique de Malaga il pourrait y avoir une discordance entre la série des grauweekes (Devono-carbonifère) et les séries rouges détritiques (Permio-Trias) et noter que O. J. SIMON (1963, p. 57), dans une coupe synthétique de l'unité de Variegato attribue sans ambiguïté, cette fois, ses "phyllites et quartzites inférieurs" au Paléozoïque.

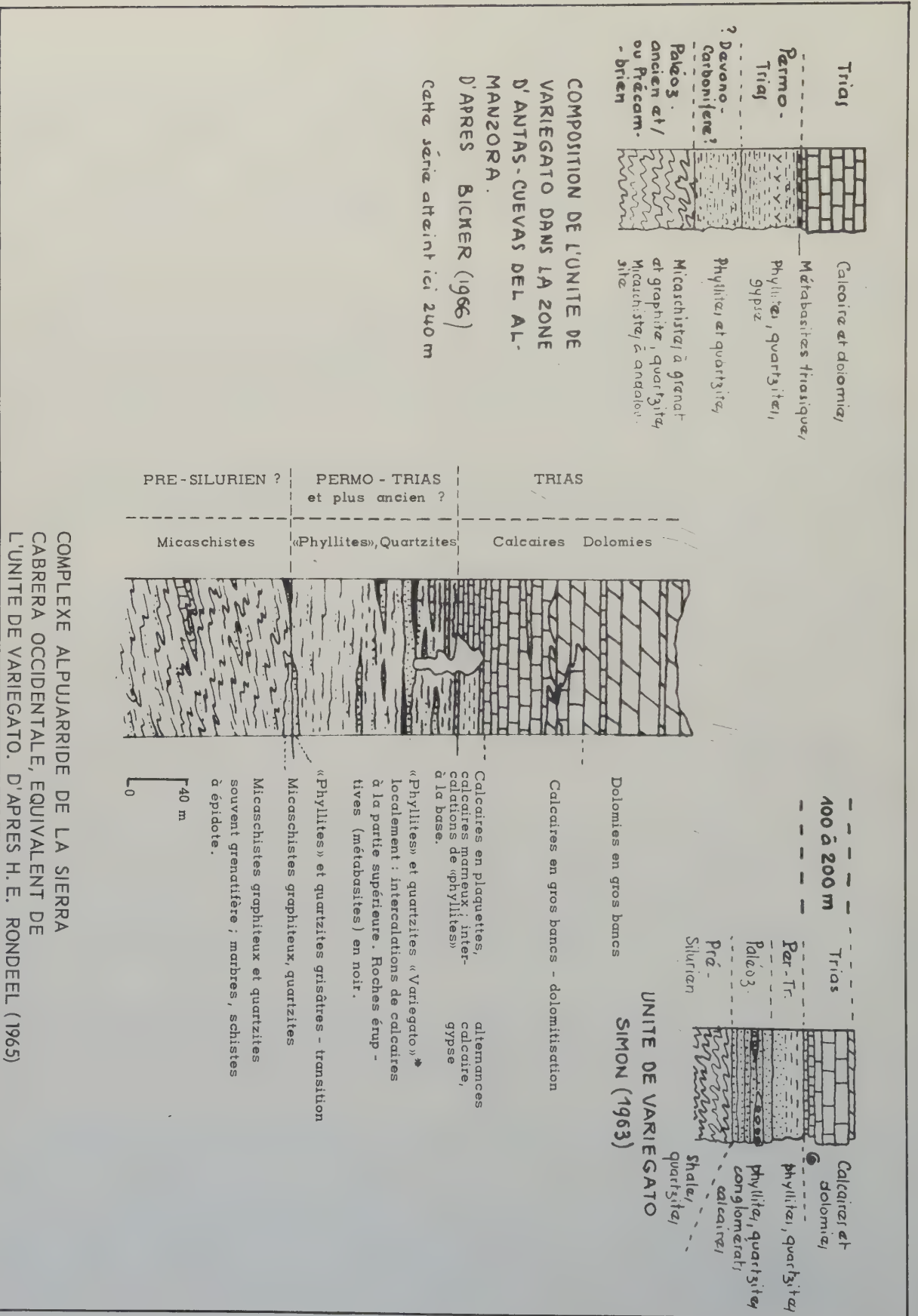


Fig. 67. — Composition du complexe alpujarride à l'E de la Sierra de Gador, d'après les auteurs hollandais.

- la position tectonique (directement sous l'Ensemble malaguide),
- la faible puissance des séries observées et plus particulièrement celle du Permo-Trias et du Trias carbonaté,
- le faible degré de métamorphisme,
- le caractère constant des niveaux de phyllites pourpres (R.E. BICKER, 1966, p. 28).

Elle différerait de la nappe de Felix par la présence locale de metabasites, et de deux séries de phyllites séparées par une discordance ⁽¹⁾.

7.2. Comparaison avec les séries reconnues au N E de la Sierra de Gador : Sierra de Los Filabres

Plusieurs petits secteurs de cette Sierra ont été étudiés en détail par les géologues hollandais : H. J. NIJHUIS (1967) à l'E du massif (dans les Névado-Filabrides), H.W. VOET (1967) et L. LEINE (1968) au centre de ce chaînon bétique qui prolonge le relief de la Sierra Nevada. Par la suite, C.G. EGELER et O.J. SIMON (1969 a et b) ont fait la synthèse de tous ces travaux dans ce domaine.

Au-dessus des Névado-Filabrides, les auteurs hollandais s'accordent à reconnaître deux grandes unités tectoniques : l'Ensemble de Ballabona-Cucharon à la base et une unité qu'ils considèrent comme typiquement alpujarride au sommet. Ces deux grandes unités affleurent largement, surtout sur la bordure septentrionale du massif.

Dans la région étudiée par H.W. VOET (1967), l'ensemble de Ballabona n'est représenté que par des brèches calcaires, d'origine tectonique et renfermant parfois du gypse ; l'unité de Variegato (alpujarride) renferme, de bas en haut :

- micaschistes et quartzites, partiellement riches en graphite ;
 - micaschistes et quartzites, sans grenats, parfois riches en graphite ;
 - des phyllites et des quartzites renfermant à leur sommet des intercalations de roches carbonatées (Permo-Trias) ;
 - une série carbonatée (Trias).
- } Paléozoïque

L. LEINE et C.G. EGELER (1962) reconnaissent dans la région de Menas (au S de Seron) deux unités à caractère alpujarride (inférieure et supérieure).

(1) Très douteuse. Il semble que R.E. BICKER (1966) et H.E. RONDEEL (1965) n'aient fait qu'adopter les vues de O.J. SIMON (1963) à ce sujet, sans apporter de nouveaux arguments en faveur de ce que ce dernier auteur considérait lui-même, dans son texte, comme hypothétique.

Plus tard, C.G. EGELER et O.J. SIMON (1969 a) considèrent seulement la plus élevée comme alpujarride et rattachent l'inférieure à l'Ensemble de Ballabona-Cucharon ; en même temps, l'expression nappe de Variiegato (op. cit., p.58) apparaît pour la première fois, justifiée apparemment par l'extension des unités à faciès comparable.

J'ai pu étudier des coupes lithologiques détaillées entre les secteurs étudiés par L. LEINE et H.W. VOET et également y dresser une carte d'une quarantaine de kilomètres carrés.

J'ai été frappé par les analogies des faciès rencontrés dans cette unité alpujarride supérieure (des auteurs hollandais) et ceux de la nappe de Felix. On y trouve la même série de phyllites bariolées, admettant des horizons gypseux et carbonatés à Ammodiscidae, surmontant une série de micaschistes noirs rappelant ceux des environs de Fondon. Comme dans la nappe de Felix, la série carbonatée calcaire et dolomitique est peu épaisse (200 à 300 m au maximum).

L'étude des lames minces réalisées dans les phyllites montre un degré de recristallisation semblable à celui des phyllites de la nappe de Felix. Les intercalations carbonatées dans cette série ne sont touchées par le métamorphisme que sur leur bordure, au point qu'à l'intérieur de ces intercalations, des Foraminifères sont encore parfaitement reconnaissables. C'est le cas aussi dans la nappe de Felix (dolomies à Glomospira du Cortijo la Cuesta). Dans cette série des phyllites, on trouve aussi des horizons noirs à amandes rouges, représentant d'anciens poudingues intraformationnels tout à fait analogues à ceux que l'on peut observer dans les phyllites du Cabo Cope.

J. ALABERT (renseignement oral) avait noté, lui, la ressemblance entre les faciès carbonatés de cette nappe et ceux de la nappe de Gador dans la Sierra Alhamilla. Ne faudrait-il pas, dans ce cas, voir dans cette unité "supérieure" des auteurs hollandais, une unité à caractère intermédiaire ?

Ces tentatives de comparaison avec des unités situées au N E de la Sierra de Gador montrent bien les difficultés auxquelles on se heurte toujours en l'absence de continuité cartographique dans le domaine bétique. Pour les résoudre, la solution passera d'abord par une cartographie complète, continue et si possible effectuée en collaboration entre les différents chercheurs œuvrant dans ces régions, puis par la confrontation des groupes de séries relevées dans les différentes unités, pour pouvoir y distinguer les tendances évolutives.

En attendant ces résultats, des conclusions raisonnables peuvent être tirées de ces comparaisons avec les unités orientales présentant des affinités avec la nappe de Felix.

7. 3. Résultats des comparaisons avec les zones orientales, au niveau des unités situées sous le Bétique de Malaga.

Selon les auteurs hollandais, les unités tectoniques alpujarrides typiques peuvent être rassemblées dans un grand ensemble : la nappe de Variegato (C. G. EGELER et O. J. SIMON, 1969 a). La puissance et la composition de la série, son degré de métamorphisme et la limite de ce dernier dans les colonnes stratigraphiques, rappellent beaucoup les faits observés dans ce que j'ai appelé la nappe de Felix.

Les similitudes paraissent tellement frappantes que l'on serait tenté de réunir la nappe de Felix et la nappe de Variegato dans une même grande nappe qui pourrait être baptisée : Ensemble de Variegato-Felix ou de Felix-Variegato. Cet ensemble aurait à la fois, des affinités avec le domaine malaguide et le domaine alpujarride, il serait en quelque sorte intermédiaire entre les deux domaines, sans que ce terme d'intermédiaire implique à ce stade une signification paléogéographique particulière bien nette.

Il faut limiter ici, volontairement, l'exercice d'anatomie comparée dans les unités plus orientales parce que la cartographie détaillée présente encore de graves lacunes entre la zone étudiée par les géologues hollandais et celle qui a fait l'objet des travaux de F. FERNEX (1968). Il faut souligner toutefois la parenté qui existe entre les séries de la nappe de Felix et certaines unités décrites par F. FERNEX (1963), par exemple.

7. 4. Comparaison avec des séries reconnues à l' W de la Sierra de Gador

Les nappes bétiques ont fait l'objet de nombreuses études entre Berja et les abords de Malaga. Je ne rappellerai que les derniers travaux : J. BOULIN (1968) a fait un historique complet des travaux anciens. Dans la Sierra de Lujar, H. LEROY (1966) a donné quelques indications sur la composition de la série carbonatée de la nappe du même nom, unité la plus inférieure affleurant jusque dans le secteur faisant l'objet de la zone que j'ai cartographiée. Récemment, F. ALDAYA (1967, 1968, 1969 b) a fourni de nombreuses données nouvelles, sur la cartographie et la tectonique des Sierras de Lujar et Contraviesa ⁽¹⁾.

(1) Ces travaux ont été publiés avant la présentation d'un Mémoire de Thèse dont j'ai eu communication à la fin de ma rédaction. Je réserverai donc une place particulière aux tentatives de corrélation avec la zone occidentale voisine dans un chapitre spécial. Mais, avant de soutenir sa thèse, F. ALDAYA a bien voulu me fournir un exemplaire de sa carte au 1/100 000 e pour me permettre de faire des tournées sur la région qu'il a étudiée, lors de mon dernier séjour sur le terrain. Ce geste mérite que je lui exprime ici encore ma vive reconnaissance.

A l'W du Rio Grande de Adra, ces reliefs s'élèvent rapidement au N de la Méditerranée et sont séparés de la Sierra Nevada par la dépression dite de la Alpujarra qui s'étend de Orgiva à Ugijar. Ces montagnes sont caractérisées par l'ampleur des affleurements de schistes (schistes anciens et phyllites alpujarrides). F. ALDAYA (1969) y a reconnu la superposition de quatre grandes unités tectoniques alpujarrides, de bas en haut et au-dessus de la nappe de Lujar et des séries névado-Filabrides :

- 1.- La nappe de Castaras, parfaitement continue sur tout le bord S de la Sierra Nevada et qui n'existe plus au S de la Alpujarra ;
- 2.- la nappe d'Alcazar, présentant de grandes variations d'épaisseurs (laminage) ;
- 3.- la nappe de Murtas qui repose soit sur la nappe d'Alcazar, soit sur celle de Lujar ;
- 4.- la nappe d'Adra, qui n'existe que sur la bordure méridionale de la zone étudiée.

F. ALDAYA (1969 b) a souligné une remarquable similitude de constitution au sein des quatre nappes qu'il a reconnues ; elles comprennent toute la succession suivante, de bas en haut :

- formation inférieure de micaschistes et de quartzites, attribuable au Paléozoïque ;
- formation supérieure de micaschistes et de quartzites, attribuable au Paléozoïque supérieur ou à l'infra-Permien, discordante sur la précédente ;
- formation de phyllites et de quartzites, admettant des intercalations de gypse et de roches carbonatées, attribuable au Permo-Werfénien ;
- formation calcaréo-dolomitique, attribuable au Trias moyen-supérieur.

Cette succession ne serait complète que dans l'une des nappes, mais F. ALDAYA (1969 c) ne précise pas laquelle.

Les données tectoniques et lithostratigraphiques concernant la zone située immédiatement à l'W du Rio Grande de Adra ne peuvent que difficilement être comparées aux observations effectuées à l'E du fleuve : il n'y a pas le même nombre d'unités tectoniques des deux côtés, les données lithostratigraphiques détaillées manquent à propos du Permo-Trias de l'W, seul élément de comparaison utilisable puisqu'à l'E, les formations attribuables au Paléozoïque n'affleurent pratiquement pas.

Les mêmes difficultés surgiront au moment de rechercher les prolongements de la nappe de Gador à l'W du Rio Grande de Adra. Aussi, je réserverai une place particulière à ces tentatives de corrélations dans le chapitre concernant les interprétations tectoniques générales.

Toutefois, dès maintenant, on pourra noter que sur la bordure N de l'Alpujarra, près de Picena, on peut observer deux unités tectoniques superposées :

- une unité inférieure, à faciès alpujarride, reposant sur les formations névado-filabrides et passant à l'E à la nappe de Gador par continuité cartographique,

- une unité supérieure représentée par une puissante semelle de micaschistes et quartzites noirs (Paléozoïque ?), supportant des phyllites bariolées ; elle disparaît à l'E, sous le Néogène du Bassin d'Ugijar.

On pourrait voir dans ces deux unités, le prolongement occidental respectif des nappes de Gador et de Felix.



CHAPITRE VIII

LA NAPPE DE GADOR

1 - IMPORTANCE DES AFFLEUREMENTS

La nappe de Gador constitue l'élément tectonique le plus important de la Sierra de Gador et ses affleurements occupent environ les trois-quarts de la surface étudiée, soit plus de 700 km².

Au N de Laujar et de Canjayar, cette nappe escalade le flanc méridional de la Sierra Nevada où elle occupe une aire triangulaire dont le sommet se situe dans les environs des anciennes mines de fer de Beires.

Dans la Sierra de Gador elle-même (voir carte au 1/100 000^e), ce sont surtout les dolomies (t₂) et les calcaires (t₃) qui affleurent. Dans une bande passant au N de Dalias, au SW, à l'W et au NW de Berja, t₁ affleure largement autour de la fenêtre de Turon. Les mêmes faciès de la base de la nappe constituent les côtés du triangle Canjayar-Mines de Beires-Laujar.

2 - LA SERIE LITHOSTRATIGRAPHIQUE DE LA NAPPE DE GADOR. DESCRIPTION DES PRINCIPAUX FACIES.

2.1. Les grandes subdivisions

Comme la nappe de Felix, la nappe de Gador renferme une semelle de micaschistes qui n'affleurent qu'à l'W du massif, dans la vallée du Rio Grande de Adra. Mais ces faciès de base de la nappe de Gador affleurent relativement moins bien que ceux de la nappe de Felix.

Au-dessus de ces micaschistes viennent les faciès t_1 métamorphiques (t_{1a} : phyllites ; t_{1b} : gypse ; t_{1c} : quartzites), les faciès t_2 (dolomies surtout), dont la base est parfois légèrement métamorphique, puis les calcaires t_3 .

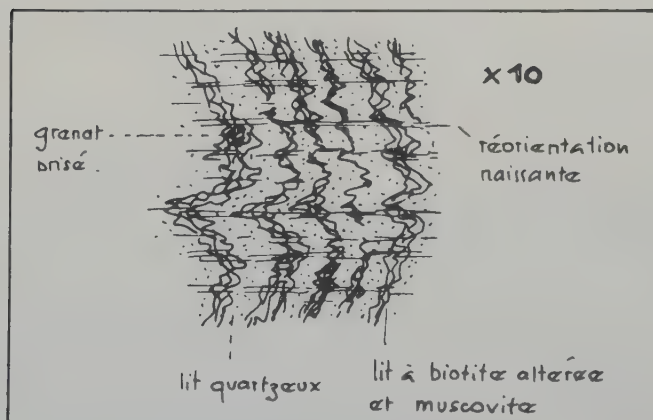
Près du Cortijo del Calabrial, deux cheminées de roches éruptives ont été découvertes : elles recoupent les faciès t_2 . Localement, près de la limite t_2 - t_3 , des roches vertes sont interstratifiées (environs de Berja et de Beires).

2. 2. Les micaschistes

L'affleurement de ces micaschistes dans la zone étudiée est cantonné à la basse vallée du Rio Grande de Adra, un peu au N du hameau de la Alqueria (carte au 1/100 000 e).

Les micaschistes occupent ici une grande partie du flanc droit de cette vallée et passent sur l'autre rive où ils se terminent cartographiquement en identations au sein de la série des phyllites et quartzites (t_1) : ces terminaisons représentent des plis aigus, légèrement déversés vers le N affectant à la fois les micaschistes et la série des phyllites.

Sur le terrain, les micaschistes donnent des sols brun-rouge et les affleurements offrent des teintes sombres (gris, gris-brun, verdâtre). A l'échelle de l'échantillon, ils montrent ici des déformations en chevrons (reflets des plus grands plis dont il vient d'être question).



Des lames minces taillées dans des fragments récoltés sur la rive gauche du Rio Grande ont montré qu'il s'agissait de micaschistes à biotite, grenat (rare) et quartz où les lits quartzeux et micacés sont intensément déformés (plis en chevrons et microfractures associées). La biotite épouse ces déformations et s'altère souvent (chloritisation locale, expulsion du fer dans les clivages). Les grenats sont brisés. De la séricite apparaît dans les fractures des plans axiaux (fig.68).

Fig. 68. — Paragenèse. Déformation
Micaschistes de la rive gauche
du Rio Grande de Adra (N de la Alqueria).

2. 3. Le contact entre les micaschistes et la série des phyllites et quartzites (t₁)

Sur ce secteur, j'ai suivi les contacts pour tenter de voir en particulier s'ils étaient progressifs ou de tout autre type. Je n'ai pu y noter que des broyages souvent intenses, sans indices faisant songer à un passage progressif entre les deux formations. Ces broyages marquent-ils une discordance ? Aucun fait ne m'a permis d'apporter une réponse à cette question. Toutefois, si l'on se base sur les résultats obtenus ailleurs, son existence ne doit pas être rejetée à priori.

D'après les paragenèses et les descriptions microscopiques données par F. ALDAYA (1969 c), cette limite semble être équivalente à celle qu'il situe entre sa série de micaschistes et quartzites inférieurs (Paléozoïque) et sa série des micaschistes et quartzites supérieurs (Paléozoïque à Infra-Permien). Entre les deux, il faut rappeler qu'il a mis en évidence une discordance basée surtout sur la présence des faits suivants :

- grenats détritiques à la base de la série supérieure,
- brusque différence de métamorphisme entre les deux formations,
- microtectonique différente dans les deux formations.

Quant à l'attribution de la série des micaschistes et quartzites supérieurs à un Paléozoïque supérieur ou à un Infra-Permien, elle est pour le moins gratuite. En ce qui me concerne, je continuerai de la ranger dans le Permo-Werfénien alpujarride, comme tout le monde semble le faire actuellement et ceci pour cette raison : il n'y a pas de preuve stratigraphique en faveur de l'une ou de l'autre hypothèse, autant donc éviter un précédent qui risquerait d'être entériné par la littérature à venir (ce phénomène est déjà trop répandu dans la littérature régionale).

2. 4. La série des phyllites et des quartzites (t₁)

Dans la Sierra de Gador même, cette série affleure assez peu et les observations ne sont guère réalisables que sur ses bordures et en particulier entre Adra, Berja et Beninar, et dans la région comprise entre Laujar et Ohanes. A l'intérieur de la Sierra, entre Dalias et la Fuente Alta, au lieu-dit Mina del Maricho, dans une galerie de mine située au N d'El Ejido et à la Fuente de la Higuera, se situent les autres affleurements de la série t₁.

2.4.1. Affleurements entre San Roque et la Alqueria

Au-dessus des micaschistes, on découvre des quartzites gris ou rosâtres ou des phyllites grises, noires, vertes, bleutées, satinées, de teintes toujours beaucoup moins vives que celles observées dans la série équivalente de la nappe de Felix.

Dans ce secteur et en particulier le long de la route San Roque—Adra, au S de San Roque, les phyllites présentent de très beaux plis concentriques à axes fortement inclinés vers le S. Ces plis sont peut-être à mettre en liaison avec les structures en chevrons des micaschistes sous-jacents et avec celles qui apparaissent sur la cartographie au 1/100 000^e (c'est à cause de la présence de ces plis que la légende de la carte porte le signe t_{1a-c}-phyllites et quartzites,—faciès locaux dominants— dont le détail des affleurements n'a pu être représenté à cette échelle).

En lame mince, ces formations métamorphiques proches des micaschistes peuvent être réparties en phyllites et quartzites renfermant les minéraux suivants :

- phyllites : quartz, séricite, chlorite, muscovite (rare), carbonates (rares), plagioclases (très rares) ;
- quartzites : quartz bien recristallisé, séricite, sidérose (en général décomposée en calcite + oxydes de fer), chlorite et tourmaline et sphène détritiques.

Cette paragenèse est déformée dans les plis concentriques observés au S de San Roque. Dans les fractures des plans axiaux de ces plis, apparaît une réorientation légère de la séricite (fig.69 a, b, c).

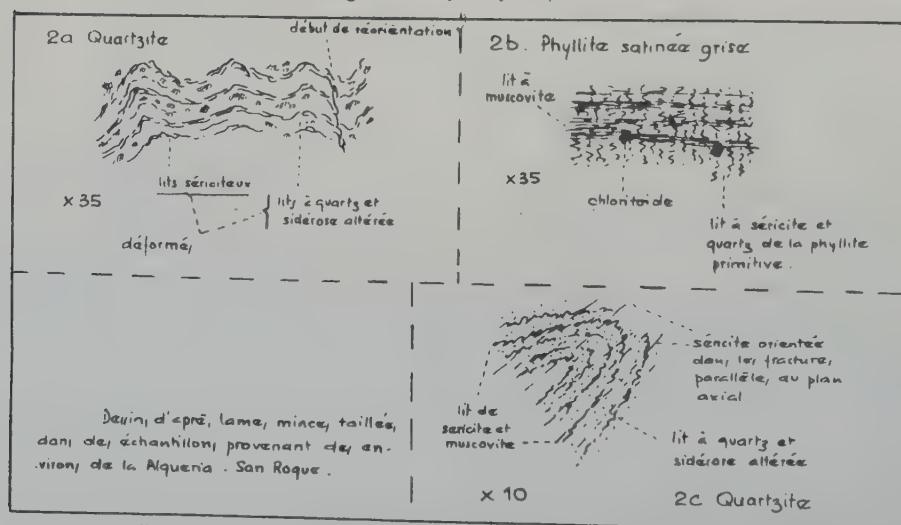


Fig. 69. — Paragenèses et déformations dans les quartzites et les phyllites (t₁)

Dans les phyllites, également affectées par ces plis secondaires, les rares cristaux de chloritoïde ne sont pas déformés et pourraient avoir cristallisé après cette déformation postérieure à la tectonique de nappes.

2.4.2. Affleurements entre Dalias et la Fuente Alta, de la Mina del Maricho et de la galerie de Los Lobos (au NE d'El Ejido)

Dans une bande orientée sensiblement SW – NE, allant de Dalias à la Fuente Alta affleurent des phyllites grises, bleutées, assez monotones et des quartzites roses. Ces formations disparaissent sous la série carbonatée de la nappe de Gador, dans une zone complexe plissée et faillée se fermant à l'E de la Fuente Alta (anticlinal de Las Dos Hermanas)

Au S de cette bande, au lieu-dit "Mina del Maricho", à la faveur de l'érosion et de deux failles, les faciès t_1 de la nappe réapparaissent, entourés à l'E et au S, surmontés au N par la série carbonatée. Une quarantaine de mètres de la partie supérieure de t_1 est ici observable, constituée par des phyllites plus ou moins quartzieuses, parfois, à sidérose, présentant des teintes mauves, roses, verdâtres ou argentées. Elles renferment des niveaux de quartzites roses ou verdâtres. Dans ces derniers, le microscope montre la présence de quartz faiblement recristallisés (on distingue encore la forme des anciens grains détritiques), cimentés par du quartz en très petits cristaux ; des lits très minces, sériciteux, parcourent la roche ; la tourmaline détritique (verte) et la muscovite (détritique) y sont rares. Accessoirement, ces quartzites renferment un peu de calcite.

Vers le haut des affleurements, les phyllites se chargent en carbonate et passent à la série carbonatée (t_2).

Ce sont des roches tout à fait identiques qui affleurent au fond d'une galerie creusée pour la recherche d'eau (galerie de Los Lobos), au NE du bourg d'El Ejido (fig.70).

2.4.3. Affleurements de la Fuente de la Higuera

Entre Enix et Almeria, au lieu-dit "Fuente de la Higuera", affleurent des quartzites roses, sous la série carbonatée de la nappe de Gador (Fig.71). Entre ces quartzites roses, sous la série carbonatée, la désharmonie est soulignée par l'existence de brèches atteignant jusqu'à deux mètres d'épaisseur.

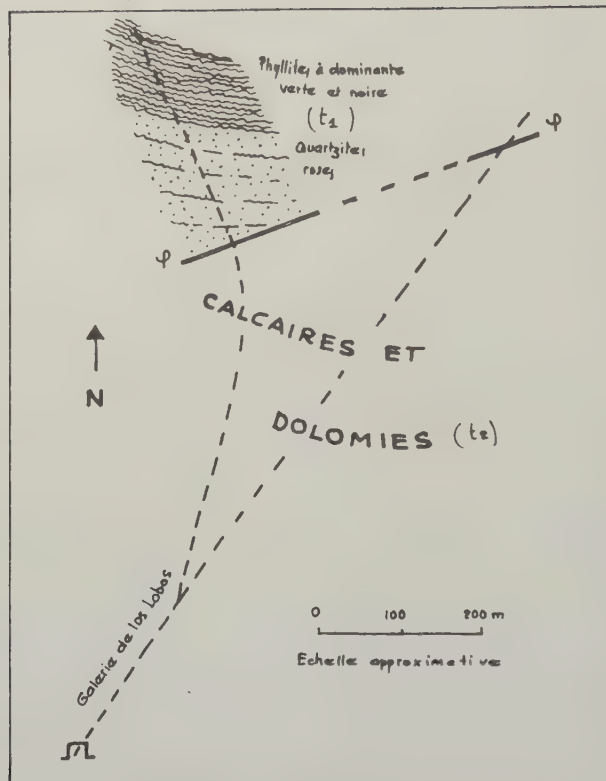


Fig. 70. — Les faciès de la nappe de Gador dans la galerie "Los Lobos", située au N E d'EL Ejido.

Par leur degré de recristallisation, ces quartzites rappellent beaucoup ceux de la Mina del Maricho. Malgré le métamorphisme léger, on y reconnaît encore bien les minéraux détritiques : la muscovite (grandes paillettes), la tourmaline (verte ou bleue) et des grains de zircon. Les quartzites atteignent ici une puissance d'une cinquantaine de mètres. Une coupe a été faite dans cette formation qui livre des informations sédimentologiques encore reconnaissables :

- stratifications entrecroisées,
- brèche à galets mous de pélite rouge (fig.72),
- ripple-marks (fig.73),
- surface réticulée déformée, parcourue par des rides complexes et séparant des creux remplis par un sédiment plus fin que le grès sous-jacent (fig.74 et 75) : ancienne surface ravinée ?

Un peu au S et au SE de la Fuente de la Higuera, là où l'érosion entaille suffisamment la série carbonatée pour faire apparaître l'ensemble t_1 , ces

quartzites n'existent pas : sous les calcaires et les dolomies affleurent directement des phyllites bléutées, mauves ou grises.

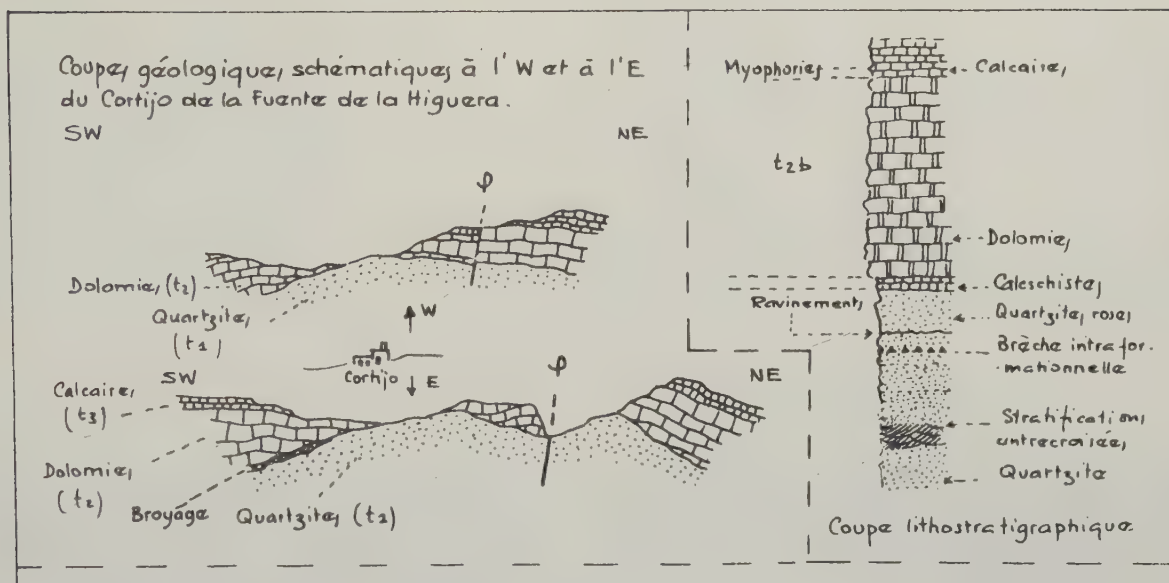


Fig. 71. — Coupes géologiques dans les environs du Cortijo de la Fuente de la Higuera. Localisation des données sédimentologiques observées au N de la faille (Ψ).

2.4.4. Affleurements de t_1 sur le versant S de la Sierra Nevada

Au N de Laujar, sous la série carbonatée de la nappe de Gador affleurent les faciès t_1 représentés par des quartzites blancs ou rosâtres et des phyllites à dominante grisâtre. L'ensemble t_1 s'appuie sur une série carbonatée métamorphique attribuable à un ensemble tectonique inférieur.

Les affleurements de t_1 se poursuivent vers l'E, à mi-pente de la Sierra Nevada, en dessinant une bande onduleuse qui débouche au S du village de Ohanes, pour disparaître sous les formations post-nappes du synclinal de Canjajar.

Elles réapparaissent au SE de Ohanes, sur des marbres et des micaschistes d'une part et sous les formations détritiques post-nappes d'autre part. Dans ce dernier secteur, elles sont assez uniformément grisâtres, monotones, puissantes et renferment plusieurs intercalations de gypse dessinant des replis compliqués (à l'échelle de la centaine de mètres). Il est à noter que, dans la nappe de Gador,

c'est ici le seul point du secteur étudié où j'ai pu observer des intercalations gypseuses dans t_1 . Il faut aller assez loin plus à l'W jusque dans les environs de Valor (au NW d'Ugijar) pour en retrouver dans le prolongement de ces mêmes phyllites.

2.5. Nature originelle de la série des phyllites ; évolution métamorphique.

L'étude sur le terrain comme en lames minces à montré que l'ensemble t_1 correspond au dépôt primitif d'une puissante série constituée par des pélites de teintes diverses (grises, noires, roses, verdâtres, mauves) où l'origine desteintes pourrait faire l'objet de la même discussion qu'à propos de la série équivalente de la nappe de Felix. Cette série pélitique renfermait de nombreuses intercalations gréseuses d'épaisseur et de granulométrie variables, situées à divers niveaux et parfois à son sommet (secteur du Cortijo de la Higuera, où quelques indications sédimentologiques sont encore lisibles). Les grès terminaux renfermant ces figures font songer à des dépôts de profondeur relativement faible et rappellent ce qui a été observé dans la nappe supérieure, au sommet des faciès t_1 également.

FACIES t_1 et FOSSILES de la SERIE de la NAPPE de GADOR

LEGENDE DES PHOTOGRAPHIES (fig. 72 à 77)

- Fig. 72 .- Poudingue à galets mous de pélites rouges dans des quartzites roses (t_1) - Fuente de la Higuera.
- Fig. 73 .- Ripple marks dans les quartzites roses de la Fuente de la Higuera.
- Fig. 74 .- Surface de banc de quartzites roses conservant des figures de dessiccation (déformées ensuite par la tectonique) ou de ravinement. Le banc suivant efface les irrégularités de cette surface remplie d'abord par un sédiment pélitique rouge.
- Fig. 75 .- Surface de banc identique à la précédente, vue en coupe.
- Fig. 76 .- Nautilie dans un banc de calcaire vermiculé. Rive droite du Barranco del Marchal. La localisation des calcaires est donnée par la fig. 83 : le Nautilie a été photographié dans le calcaire affleurant à mi-pente, à droite de la photographie.
- Fig. 77 .- Coquilles de Gastropodes épigénisées en sidérose, dans les calcaires t_1 du bas Barranco del Marchal.



Fig. 72



Fig. 73



Fig. 74

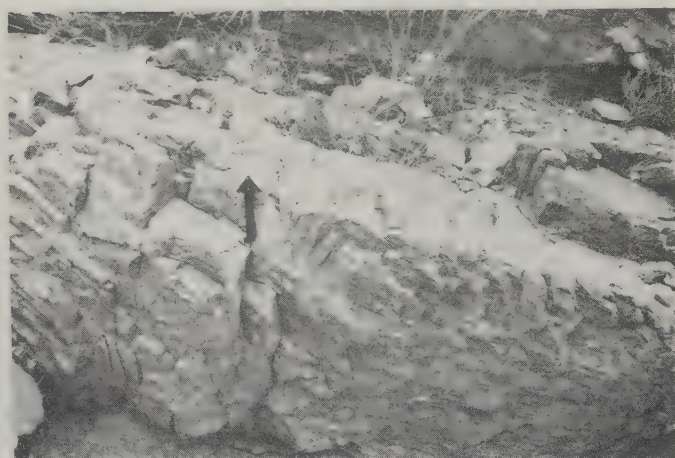


Fig. 75

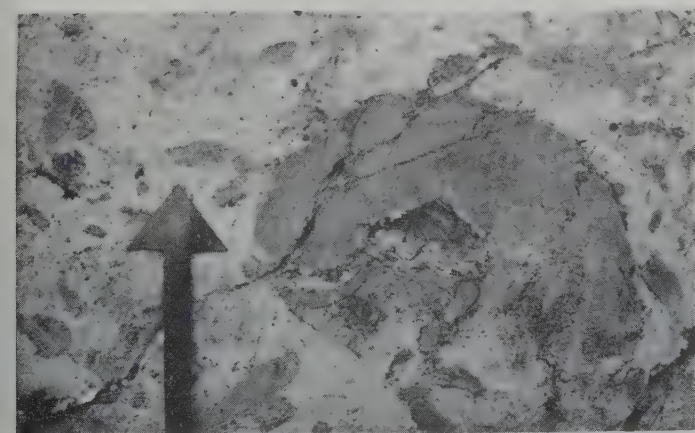


Fig. 76

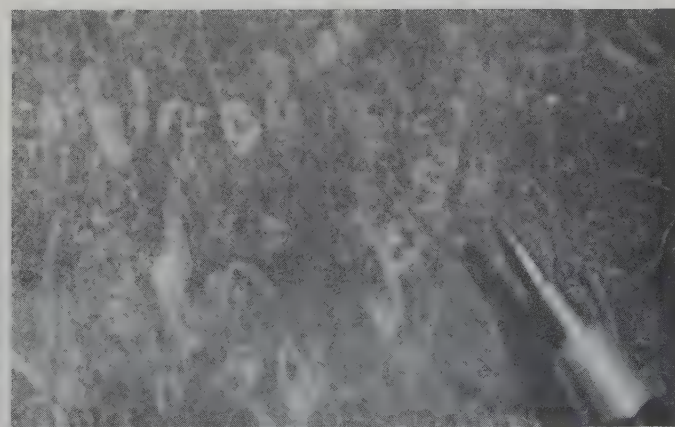


Fig. 77

Cette série pélitique admet aussi de petites intercalations carbonatées à sa partie supérieure et des intercalations de gypse (au moins vers la limite d'érosion septentrionale de la nappe).

Etant donné l'importance des répétitions tectoniques dans ces assises, il est assez difficile de leur attribuer une épaisseur primitive même approchée. Toutefois, d'après la puissance de la formation à l'W de la Sierra, il paraît raisonnable de considérer que cette épaisseur a dû dépasser largement deux cents mètres.

Comme dans la nappe supérieure, l'ensemble t_1 ne semble pas avoir franchi, au cours du métamorphisme, le stade du faciès "schistes verts". A l'W du secteur étudié, la première paragenèse est affectée par des déformations secondaires, accompagnées de la croissance de nouveaux minéraux (séricite, chloritoïde). A la différence de la nappe de Felix, la série des phyllites de la nappe de Gador est toujours totalement affectée par le métamorphisme

2.6. Le passage de la série des phyllites (t_1) à la série carbonatée (t_2) et la limite du métamorphisme

2.6.1. A l'W de la région étudiée

Le passage progressif est bien observable en certains points de la bordure N de la nappe de Gador (versant méridional de la Sierra Nevada), là où les disharmonies ou la tectonique post-nappe n'altèrent pas trop les rapports entre t_1 et t_2 . C'est le cas par exemple au N du bourg de Laujar.

Cette continuité a pu être observée encore près de la Parra, entre Adra et Berja, près de Dalias, à la Mina del Maricho, au N de Berja (à la Mareguilla et à la Peñarrodada), dans la vallée du Rio Grande de Adra (entre Lucáñena et Darrical).

Dans toute cette partie de la nappe, ce passage est assez rapide : l'apparition de bancs calcaires isolés à la partie supérieure de t_1 peut l'annoncer (Peñarrodada). Ailleurs, la série carbonatée débute brutalement par de gros bancs de dolomies ferrugineuses (entre Berja et Adra) ou par des calcschistes métamorphiques (Mina del Maricho) ayant seulement quelques mètres d'épaisseur.

Sur cette limite sédimentologique se superpose plus ou moins exactement une limite métamorphique. Généralement, à l'W de la région étudiée, les deux limites coïncident, si on les cartographie au 1/50 000^e par exemple, sauf dans la haute vallée du Rio Grande de Adra (fig.78) où la base de la série carbonatée renferme des marbres dont l'épaisseur n'est pas mesurable exactement puisque là où ils existent, les phyllites n'affleurent pas ; mais, d'après les faciès métamorphiques sus-jacents qui peuvent être suivis, eux, jusqu'où les phyllites affleurent, on peut considérer que le métamorphisme ne doit pas monter à plus d'une vingtaine de mètres à l'intérieur de la série carbonatée).

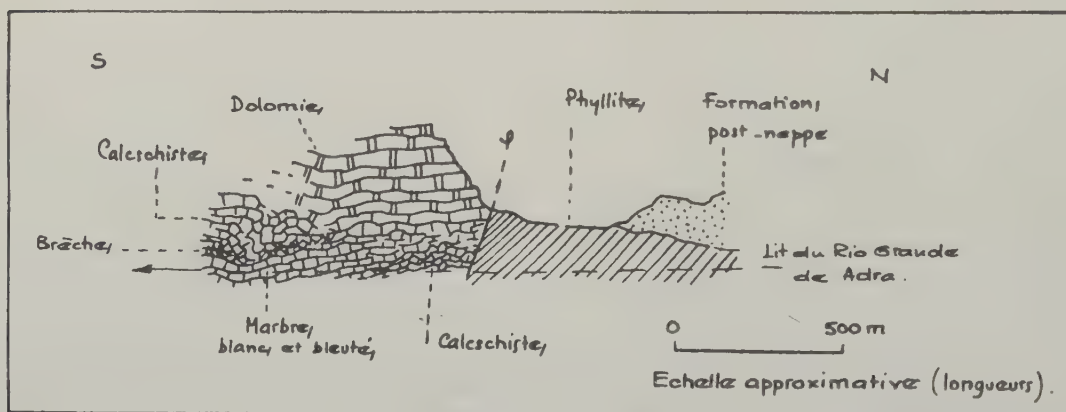


Fig. 78. — Calcschistes et marbres à la base de la nappe de Gador.
Vallée du Rio Grande de Adra, un peu au S du village de Lucañena.

La coupe de la Parra (à l'W) du Rio Grande de Adra et au NW d'Adra représente elle un autre cas particulier, à ce sujet (fig.79) sur lequel on aura l'occasion de revenir. Ici, la masse carbonatée correspondant à la presque totalité de la série de la nappe de Gador, est pincée entre des micaschistes, au N et au S dont elle est toujours séparée par une lame de phyllites plus ou moins puissante (synclinal dont il ne subsisterait que le flanc normal ?) et cette série carbonatée et presque totalement métamorphique au niveau de la route Adra — La Parra. Sur cette coupe, les phyllites réduites passent brusquement à des calcschistes (fig.79) mais ce passage brutal semble ici tectonique.

2.6.2. Le passage de la série des phyllites (t_1) à la série carbonatée inférieure (t_2) à l'E de la région étudiée

Si, à l'W, le passage de la série des phyllites à la série carbonatée s'opère relativement brusquement, à l'E, il n'en est pas de même et les niveaux carbonatés encore riches en matériel détritique occupent une place tellement impor-

tante dans la série (au moins localement) qu'il a fallu les cartographier sous le terme de t_{2a} . Ce terme a été rangé dans la série carbonatée en raison de sa teneur en carbonates toujours plus grande que la teneur en minéraux détritiques (fig.100).

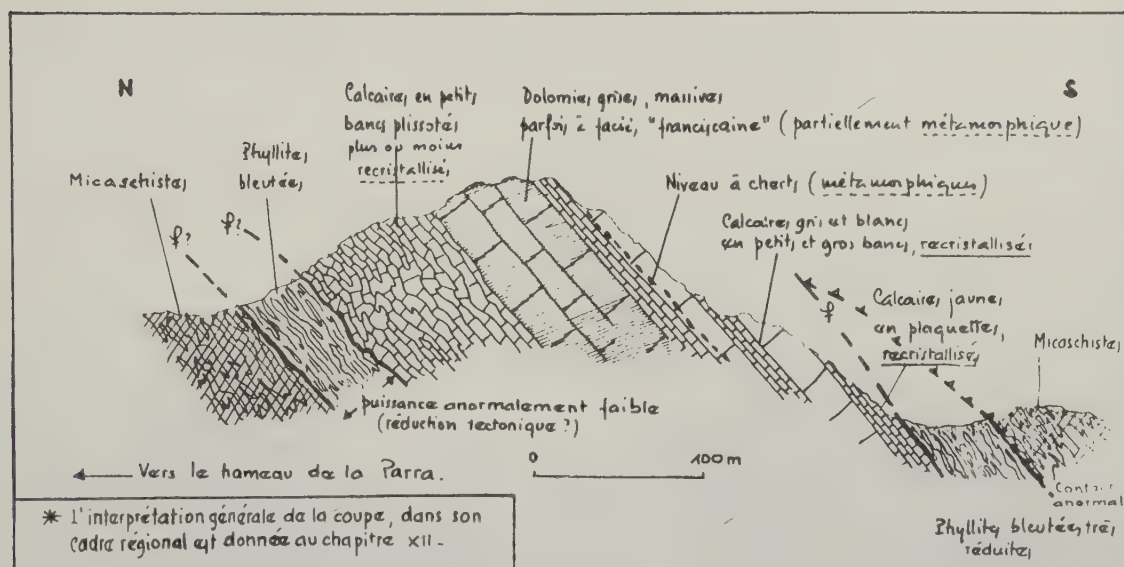


Fig. 79.- Coupe de la série carbonatée traversée par la route conduisant au village de La Parra. (feuille topographique Adra n° 1057).

2.7. La base de la série carbonatée inférieure : t_{2a}

Les falaises d'Aguadulce et de la côte découpée qui sépare ce village d'Almería offrent de beaux affleurements de ces faciès. Dans ce paysage, ils apparaissent jaune, ocre ou brun, sous les dolomies grises ou brunâtres qui les couvrent.

Il s'agit de dépôts monotones pouvant dépasser une centaine de mètres d'épaisseur et constitués surtout par des calcaires à grain très fin, argileux, jaunes ou rosâtres, pyriteux et des roches très argileuses jaunes ou brunes. Vers le haut, ils contiennent des calcaires gris beaucoup plus purs, et des horizons dolomitiques ferrugineux.

Dans la détail, cette série calcaréo-marneuse montre de nombreux replis à l'échelle métrique ou décamétrique, accompagnés de brèches imputables à des disharmonies sous le passage à t_{2b}.

On retrouve cette série dans quelques boutonnières situées entre Enix et Almeria (cf. carte au 1/100 000^e). Enfin, elle réaffleure largement sur la bordure méridionale de la zone complexe d'Alhama de Almeria. Là encore, il s'agit d'une série monotone où, à sa partie supérieure, de gros bancs calcaires ou dolomitiques annoncent le puissant ensemble carbonaté, massif, appelé t_{2b} (fig.80).

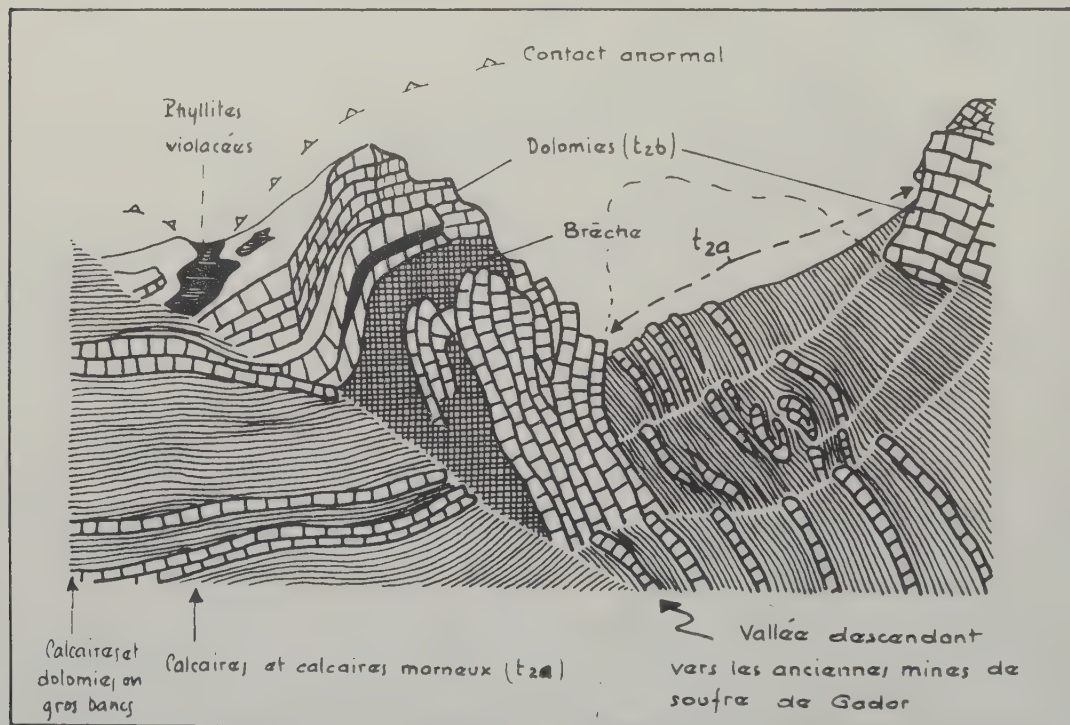


Fig.80 .- Anticlinal déversé et faillé. Bordure méridionale de la zone complexe d'Alhama de Almeria. Versant N du Cerro del Cuchillo.

2.8. L'armature de la nappe de Gador : la série dolomitique et calcaire (t_{2b})⁽¹⁾

Ce sont les roches de cette subdivision qui donnent sa teinte grisâtre, voire noirâtre à la Sierra de Gador, vue de loin, et lui confèrent son aspect général

⁽¹⁾ Je ne donnerai ici que des informations sommaires sur la composition lithologique de l'ensemble. On trouvera dans le Tome II de plus amples informations sur ce sujet.

peu accueillant. Elles affleurent beaucoup mieux que celles de t_{2a} et de nombreux torrents les entaillent profondément, favorisant les coupes dans le puissant ensemble qu'elles constituent. Il faut toutefois souligner qu'aucune coupe complète et continue, allant de la base au sommet de cette formation, dépourvue de repères stratigraphiques, n'a été trouvée, et que la plupart de celles qui furent réalisées n'ont pu concerner que les parties moyenne et supérieure.

Cet ensemble t_{2b} essentiellement dolomitique se présente sous un aspect massif et monotone à première vue, plus épais à l'W qu'à l'E de la Sierra. A l'W, il est entrelardé de niveaux calcaires, ou calcaires et argileux, plus ou moins continus tandis qu'à l'E, ces intercalations sont plus rares. A l'W, les dolomies ont une patine grise, noire ou gris-bleuté ; elles sont gris sombre sur les cassures fraîches dans la majorité des cas ; à l'E, elles sont grises ou noires, à patine souvent brunâtre et ces différences de teintes d'altération confèrent un aspect différent aux paysages de l'W et de l'E de la Sierra.

Dès que l'on tente un levé par banc dans cet ensemble, sa monotonie n'apparaît plus qu'une apparence trompeuse. Les dolomies y sont généralement bien stratifiées (à gros-grain —jusqu'à 0,3 ou 0,4 mm de diamètre moyen— ou à grain très fin, diamètre moyen inférieur à 0,03 mm). Les bancs dolomitiques peuvent être très minces ou très épais (1 cm à 1 m et plus) et séparés par des joints plus ou moins argileux, jaunes ou rouges, renfermant souvent respectivement de la pyrite et de l'hématite. L'examen des surfaces d'altération de ces bancs est plus intéressant que celui de sections polies dans la majorité des cas ; il montre l'existence de stratifications mineures internes très variées (ravinements, contournements, allure varvée, etc...). De plus, ces dolomies présentent souvent des faciès très particuliers : les faciès "franciscaine" (J. WESTERVELD, 1929 ; J.P. JACQUIN, 1966 ; A. QUESADA GARCIA et J.A. ESPEJO MOLINA, 1968) renfermant des types de roches variés auxquelles j'ai attribué une origine contemporaine de la diagenèse, liée à la dynamique du milieu (après étude des types structuraux et analyse de leur environnement (J.P. JACQUIN, 1966). Une des particularités de ces dolomies réside dans leur teneur souvent élevée en quartz authigène, observable en lame mince ; cette richesse conduit souvent à l'apparition de niveaux siliceux continus ou discontinus dans les bancs dolomitiques appartenant surtout au sommet de la série t_{2b} (fig.96).

Ces dolomies renferment des intercalations calcaires minces (jusqu'à 2 ou 3 mètres dans la plupart des cas). Aux calcaires sont souvent associées des argiles jaunes, orangées ou rouges. Elles se présentent fréquemment sous la forme de dépôts en bancs de faible épaisseur (centimétrique à décimétrique) sans grande continuité dans l'espace. Ils ont été souvent le siège de déformations postérieures au dépôt et antérieures à la tectonique de nappe (remaniements conduisant à des faciès proches du type "griotte" ; glissements entraînant la dislocation des calcaires et la déformation de leurs joints argileux).

2.9. Le contenu paléontologique de la série t_{2b}

Cette série t_{2b} est très pauvre en fossiles. J'y ai trouvé :

- un Nautilé dans une intercalation calcaire située au sein des dolomies (au S du village du Marchal de Anton Lopez, en face du km 20 de la route Roquetas de Mar-Alicun) ; déformé et pris dans une grande dalle, ce fossile n'a pu être dégagé : il est toujours observable en place (fig.76) ;

- un niveau à Algues, probablement des Solénopores (détermination F. HIRSCH) ⁽¹⁾ d'extension locale (dans le ravin situé au pied de la Loma de la Mota, à l'W du km 25 de la route Roquetas-Alicun) ;

- des niveaux à petits Gastropodes d'extension géographique relativement grande et continue : il s'agit de calcaires ou de dolomies sombres renfermant de nombreuses coquilles de Gastropodes épigénisées en sidérose. Ce niveau affleure bien à la Loma la Pata, dans les environs de la Estrella, au Pago de las Cabras, entre Felix et le village du Marchal. En de nombreux points, il a pu me servir de guide pour la reconnaissance de structures tectoniques de détail. Les tests sont malheureusement très détériorés par la recristallisation en sidérose (fig.77) ;

- des niveaux à Foraminifères (J.P. JACQUIN, 1965) renfermant en particulier les genres suivants : Dentalina, Frondicularia, Nodosaria (fig.81) ⁽²⁾ .

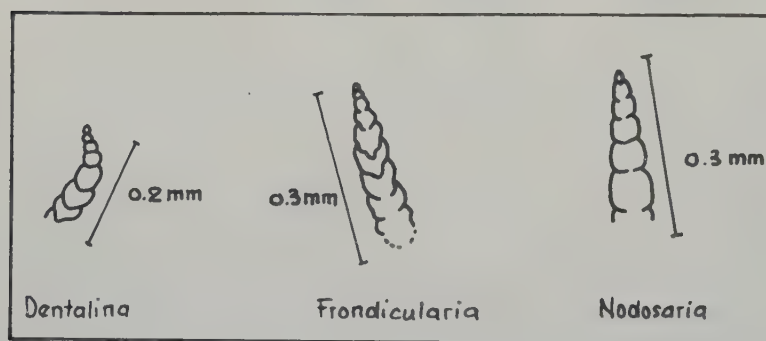


Fig. 81. — Foraminifères observés en lame mince dans les dolomies de la partie supérieure de la série t_{2b} .

Les niveaux contenant ces fossiles ont été trouvés dans la zone de la Estrella, dans la coupe de la route Roquetas-Alicun (km 26,5) et en quelques autres points, provenant toujours, fait intéressant à souligner, de niveaux appartenant à la partie supérieure de l'ensemble t_{2b}. J. SIERRA LOPEZ et al. (1967) en ont signalé dans une coupe relevée dans des niveaux comparables (zone de la Tolva), au S de Laujar de Andarax,

⁽¹⁾ Je remercie vivement le Docteur F. HIRSCH du Muséum d'Histoire Naturelle de Genève qui a bien voulu examiner les échantillons que je lui ai communiqués.

⁽²⁾ Je remercie L. COUREL (M.A., Faculté des Sciences de Dijon) qui a effectué une série de premières déterminations en 1965.

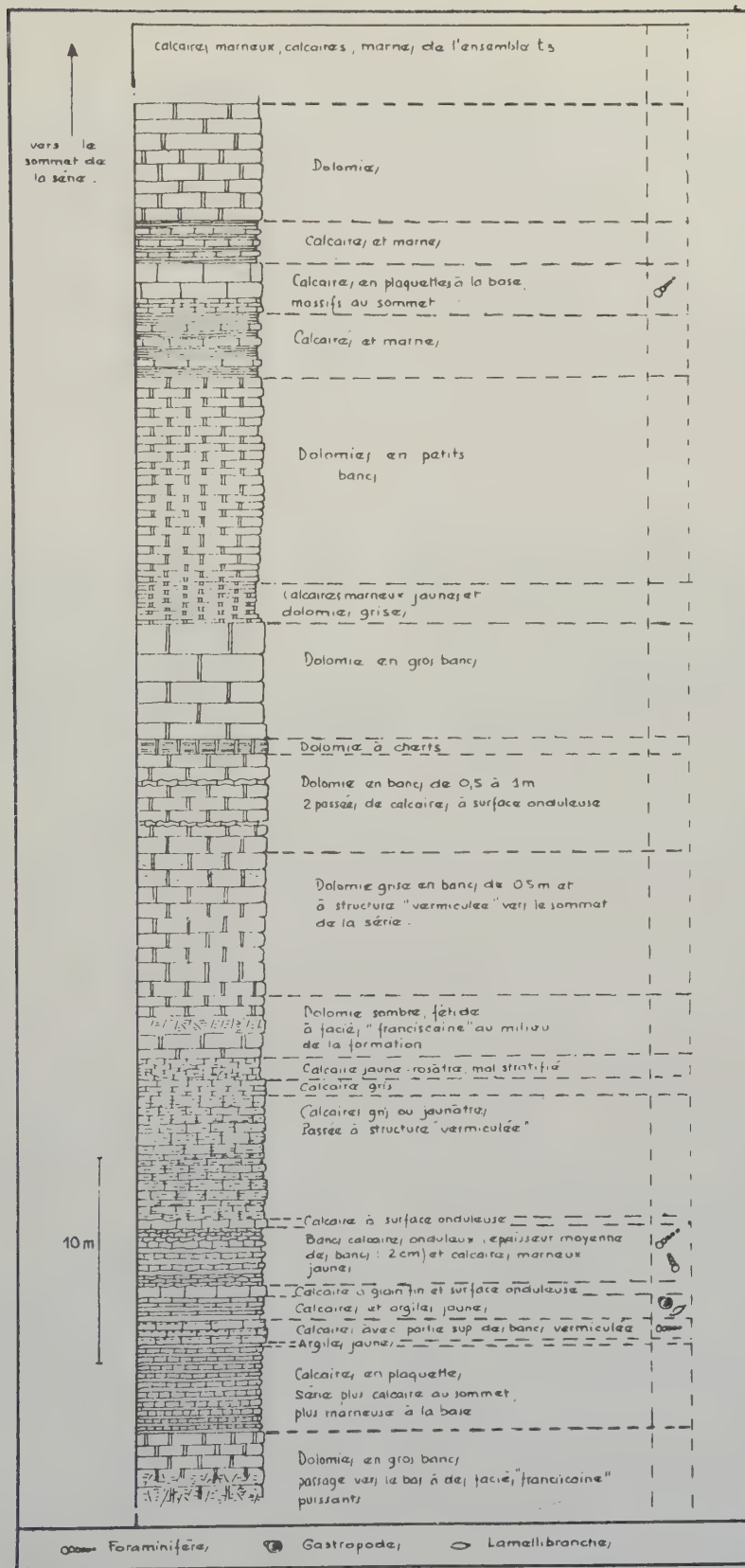


Fig. 82. — Etude du passage de la série dolomitique (t_{2b}) à la série calcaire et marneuse (t₃). Coupe relevée aux abords du Km 26.5 de la route Roquetas - Alicun.

— une surface de banc calcaire à joints argileux jaunes et rouges, onduleux, situés au sommet de t_{2b} , au SW du Cortijo del Calabrial (entre les points de cote 1226 et 1438 —feuille topographique Alhama de Almeria n° 1044, au 1/50 000 e), renferme des figures étoilées constituées par des plages de calcite allongées, radiées ou curvilignes évoquant la trace d'organismes fouisseurs (fig.98).

On le voit, ces dolomies sont assez pauvres en fossiles et jusqu'à présent, dépourvues de restes présentant un intérêt stratigraphique certain. Par contre, l'examen du remplissage de certaines coquilles a été souvent fort utile pour reconnaître la polarité de séries locales.

Dès maintenant, il faut souligner que cette série t_{2b} est caractérisée par sa relative tranquillité tectonique dans la Sierra de Gador. Localement fracturée ou écaillée au cours de la tectonique post-nappe, elle se présente ailleurs comme une lame épaisse affectée seulement par des plis à grands rayons de courbure, (on pourra se reporter à la planche VIII pour s'en rendre compte). Une seule exception à cette règle apparaît dans la zone de la Estrella où elle est affectée par un grand pli en S, présentant jusqu'à des flancs renversés au niveau de t_{2b} . On verra que le comportement de la partie supérieure de la série carbonatée est bien différent.

2. 10. Le passage de la série t_{2b} à la série t_3

A l'échelle régionale ou d'un secteur minier, lors d'un "balayage" ⁽¹⁾ rapide (en voiture par exemple), l'existence d'une limite entre deux séries différentes apparaît immédiatement : elle se traduit par des changements dans l'organisation, la nature et la teinte des dépôts. Lors d'un "balayage à pied" ⁽¹⁾ elle apparaît beaucoup moins clairement. Pour traduire la limite t_{2b}/t_3 à l'échelle du 1/50 000 e ou du 1/100 000 e, j'ai donc utilisé la présence constante d'un certain nombre de faciès et de faits stratigraphiques que l'on trouve partout au-dessus des dolomies massives ; ce sont les suivants :

- apparition de niveaux marneux jaunes ou rosâtres, de grande extension horizontale ;
- présence de niveaux dolomitiques minces, géographiquement étendus contenant des accidents siliceux plus ou moins continus ;
- apparition de bancs calcaires, de plus en plus nombreux ;
- apparition de faciès vermiculés bien développés ;

⁽¹⁾ Expression empruntée à P. ROUTHIER (1969) : Essai critique sur les méthodes de la Géologie (de l'objet à la genèse). MASSON et Cie, Edit. PARIS.

- disparition des bancs de roches carbonatées très puissantes au profit de niveaux ne dépassant guère 0,5 à 0,6 m d'épaisseur ;
- fréquence des discordances internes mineures.

Ainsi, cette limite à laquelle je n'attribue aucune valeur stratigraphique (comme c'était déjà le cas pour la limite t_1/t_2) correspond à des modifications rapides de la nature pétrographique et de l'organisation des dépôts. Conventionnellement, pour la cartographie, j'ai choisi de la faire coïncider avec le sommet de la masse dolomitique principale (t_{2b}) avec laquelle coïncident souvent les dolomies à accidents siliceux.

La coupe de la fig. 82 donne un exemple de ce passage tel qu'il a été observé le long de la route Roquetas—Alicun, aux environs du km 26,5. Cette coupe montre que dans le détail, on va de la série à dominante dolomitique (t_{2b}) à la série à dominante calcaire et marneuse (t_3) d'une façon progressive et en une cinquantaine de mètres, ce qui correspond à la règle assez générale, sauf pour des zones où, même avec le secours des horizons siliceux, la limite est très difficile à situer ⁽¹⁾.

La complexité locale de ce passage méritait d'être étudiée et j'ai choisi pour cela un secteur situé entre le village de Felix et la route Roquetas—Alicun qui fut cartographiée à une échelle voisine du 1/10 000 e. Les résultats de cette étude, une cartographie détaillée des faciès, sont fournis par les fig. 83 et 84 a, b et c.

Sur ce petit secteur, la complexité du passage t_2/t_3 résulte de la superposition de phénomène sédimentologique et tectonique. La coupe de la fig. 85 montre qu'au-dessus de la grande masse de dolomies t_{2b} , les récurrences dolomitiques peuvent atteindre des puissances et des extensions importantes dans la série et que les faciès "franciscaine" peuvent même s'y reproduire avec leur environnement habituel de glissements et de bréchifications, voire des fracturations synsédimentaires. Faute de repère stratigraphique, il est difficile d'affirmer que localement, et ce serait le cas ici, les glissements et les remaniements diagénétiques se sont poursuivis avec beaucoup d'intensité au-delà d'un changement général s'opérant indépendamment dans la sédimentation régionale (passage de dépôts dolomitiques à des dépôts calcaires et argileux) ; mais si on ne peut l'affirmer, on peut l'envisager comme probable en comparant, de proche en proche, les zones de passages qui affleurent entre ce secteur et la coupe de la route Roquetas—Alicun.

(1) Ici, la limite entre t_2 et t_3 a été posée sur la carte au sommet de la masse dolomitique principale dont on ne voit que la partie supérieure sur la fig. 82.



Fig. 83 .— Exemple de passage complexe entre la série dolomitique (t_2b) et la série calcaire et marneuse terminale (t_3). Zone située entre Felix et El Marchal (carte : faciès et tectonique).

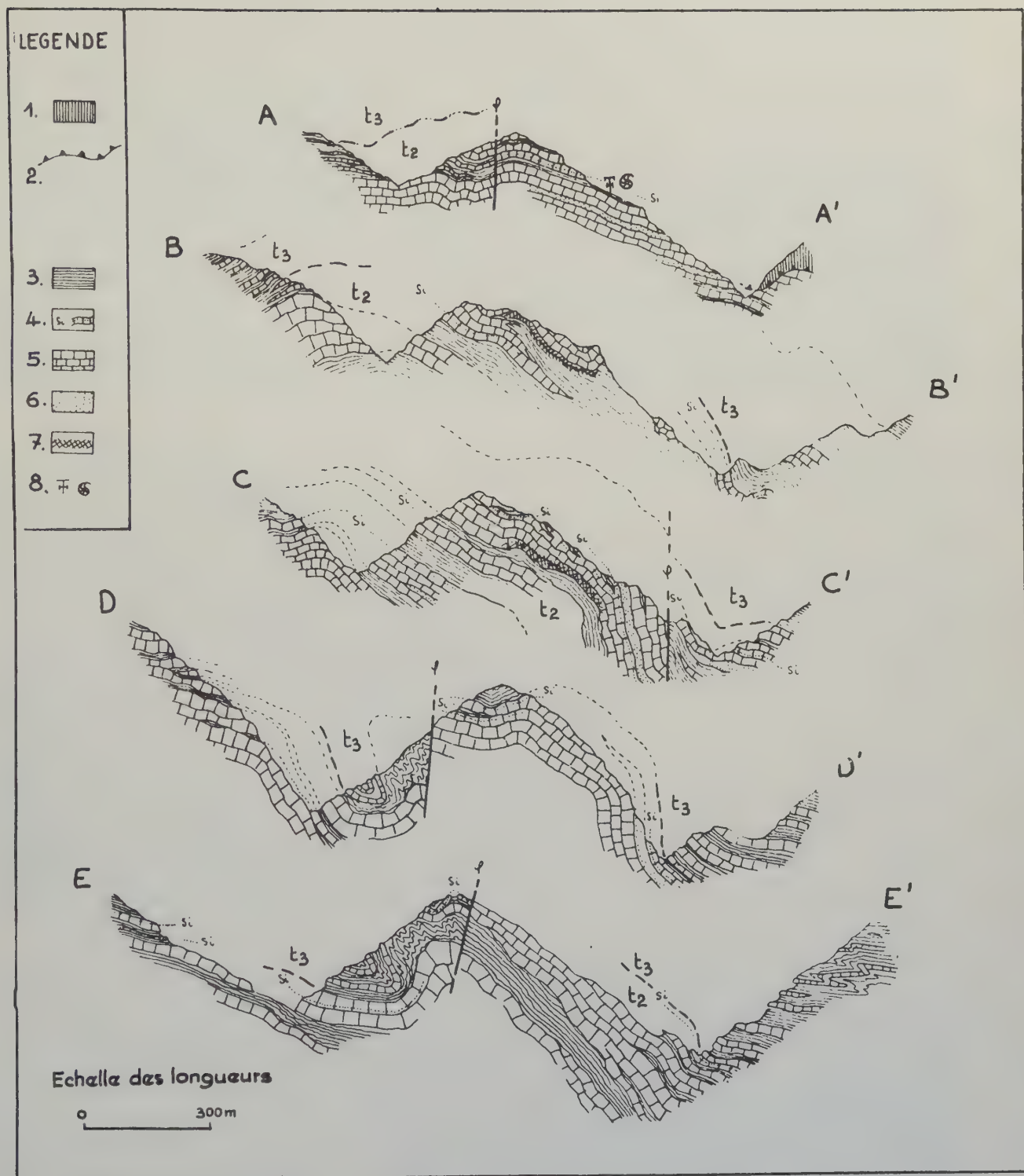


Fig. 84 — Exemple de passage complexe entre la série dolomitique (t_2b) et la série calcaire et marneuse terminale (t_3). Zone située entre Félix et El Marchal (coupes).

1.- Phyllites de la nappe de Félix. 2.- Contact anormal. 3.- Calcaires gris ou bleutés, vermiculés ou noduleux dans t_2 . 4.- Calcaires, calcaires marneux et marnes de t_3 . 5.- Dolomies grises ou noires. 6.- "Franciscaine". 7.- Brèches sédimentaires. 8.- Calcaire vermiculé avec Nautilite.



Fig. 86 .— Une partie du versant méridional de la Sierra de Gador, à l'W du village de Felix. Au premier et au deuxième plan : calcaires, calcaires mameux et marnes de l'ensemble t_3 de la nappe de Gador, affectés de plis à axes orientés autour de la direction SW - NE. Au fond, le village de Felix bâti sur les dolomies et les phyllites de la nappe de Felix.

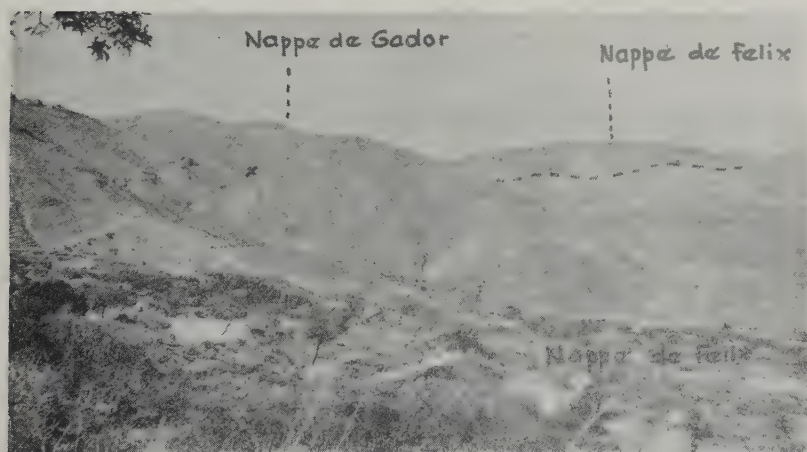


Fig. 87 .— Nappes de Gador et de Felix, au SE et à l'E de Felix. Noter les plis affectant l'ensemble t_3 de la nappe de Gador.

Fig. 88 .— Pli couché dans les calcaires et calcaires marneux de l'ensemble t_3 de la nappe de Gador. Ce pli se situe au point marqué d'une croix sur la fig.



2. 11. La série t₃ : faciès et aspect structural

Elle se distingue de la précédente par la rareté des horizons dolomitiques et par des alternances rapides dans la nature des dépôts (les bancs excèdent rarement le mètre de puissance). Elle contient surtout des calcaires, des marnes, quelques niveaux argileux et localement du gypse et des roches éruptives auxquelles je réserverai une place particulière dans ces descriptions.

Je n'ai pas réussi à y reconstituer une série lithostratigraphique type en raison de la tectonique intense qui l'affecte, engendrant de nombreux plis à échelle décamétrique, hectométrique et kilométrique ⁽¹⁾ (fig. 86, 87, et 88). En plus de ces plis, on y observe très fréquemment des boudinages à diverses échelles (fig. 91 et fig. 93), des décollements locaux, des chevauchements (secteur du Pic de la Estrella) etc ... Il s'agit là d'un comportement très différent de celui de t_{2b} sur lequel je reviendrai au cours de la synthèse tectonique.

Les niveaux calcaires sont le plus souvent des calcaires à grain très fin, gris ou gris-bleuâtre.

Les marnes et les argiles sont jaunes, orangées ou même roses ou rouges.

Les rares récurrences dolomitiques sont constituées par des dolomies sombres, à grain très fin, homogène. Leur étude au microscope et leur allure sur le terrain montre qu'il s'agit essentiellement de dolomies primaires (syngénétiques ou diagénétiques précoces).

Deux affleurements de gypse ont été trouvés dans la série t₃ ; le premier se situe le long de la piste conduisant de Berja aux exploitations minières de la Estrella et se présente sous la forme de masses gypseuses plus ou moins injectées dans un ensemble de calcaires et de marnes très disloqué ; le deuxième se présente d'une façon plus clairement interstratifiée, à l'entrée d'une galerie de mine située un peu à l'E de ce premier affleurement (galerie dite "Benito" dont la coupe est donnée dans le Tome II).

Parmi les faciès de la série t₃, le plus curieux est certainement représenté par les calcaires vermiculés (fig. 97 et fig. 99). Ces calcaires ont une couleur grisâtre, jaunâtre ou rosâtre. Ils sont constitués, comme leur nom l'indique, par des "vermicules" de calcaire à grain fin, de formes très diverses, emballés dans un ciment calcaire argileux ou marneux gris, jaune ou rose ; peu développés dans t_{2b},

⁽¹⁾ Les axes de ces plis ont des directions comprises entre N 30 E et N 50 E (mesurées en grades) et des inclinaisons variables.

SERIE CARBONATEE DE LA NAPPE DE GADOR

- Fig. 89 .— ^{*} Banc dolomitique brisé avec amorce de disposition en S à la partie supérieure de la série triasique de la nappe de Gador (t_3) près du contact avec la nappe supérieure.
- Fig. 90 .— Route Almeria-Enix : km 16.
Bancs dolomitiques à accidents chertueux déformés par une tectonique cassante (bancs vus en coupe) le morceau du mètre dévidé mesure 10 cm.
- Fig. 91 .— ^{*} Boudinage dans des niveaux calcaréo-détritiques (nappe de Gador, partie supérieure de la série, près du contact avec la nappe supérieure).
- Fig. 92 .— Plis couchés, dans l'ensemble t_3 de la nappe de Gador à l'E de Felix.
(détail de la partie droite de la fig. 87).
- Fig. 93 .— ^{*} Boudinage de bancs calcaires au sein de calcaires mameux t_3 de la nappe de Gador : partie supérieure de l'ensemble près du contact avec la nappe supérieure.
- Fig. 94 .— Rive droite du Barranco del Marchal. Une partie de la falaise où a été relevée la coupe de la fig. 85. A droite, affleurent des bancs calcaires peu épais où a été trouvé un Nautilite (fig. 76).

* Ces trois photographies ont été prises le long de la piste qui conduit de Berja au secteur minier du Pic de la Estrella en escaladant le versant occidental de la Sierra de Gador. Sur les trois photos, le marteau donne l'échelle.

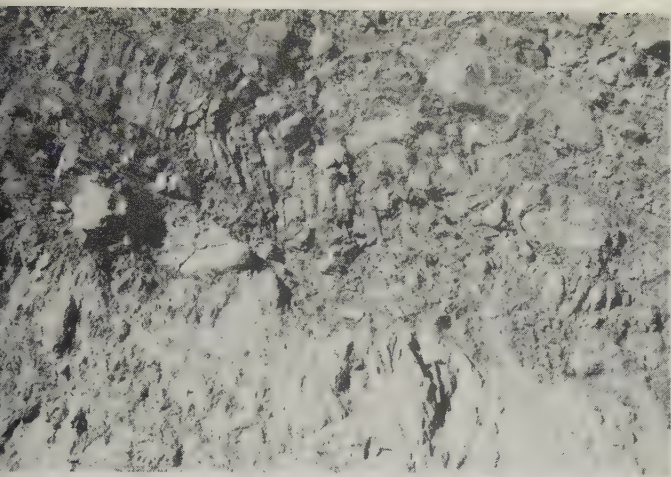


Fig. 89

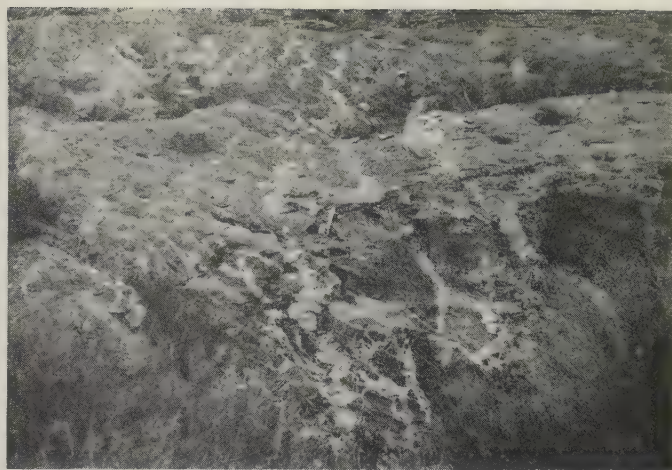


Fig. 90



Fig. 91



Fig. 92



Fig. 93



Fig. 94

ils occupent une grande partie de l'ensemble t3. Faut-il voir dans ce faciès la fossilisation d'une activité animale débordante à certaines époques du remplissage du bassin et sur de très vastes aires ? C'est à cette conclusion que conduirait l'interprétation que l'on donne généralement à ces faciès, et elle pourrait trouver une confirmation dans le fait que les débris de coquilles y sont somme toute assez fréquents, si l'on tient compte du désert organique que représentent les autres roches carbonatées de la série.

2. 12. Le contenu paléontologique de la série t3

Si les fossiles sont un peu plus abondants dans cette partie de la série que dans les ensembles inférieurs, il faut noter immédiatement qu'ils y sont presque toujours très mal conservés. Les coquilles de Lamellibranches surtout et de Gastropodes sont presque toujours déformées (écrasées, étirées ou brisées) et très recristallisées. Sur les surfaces d'altération où ces restes apparaissent en relief, il est très rare de trouver par exemple une valve entière de Lamellibranches ou une section complète de Gastropodes.

Encouragé par la présence de macrofossiles dans cet ensemble qui me paraissait plus fossilifère que les autres, j'ai tenté d'y rechercher des Foraminifères. Ainsi, j'ai effectué des prélèvements d'argiles dans tous les niveaux où cela était possible entre les km 22,5 et 27 de la route Roquetas de Mar - Alicun. Aucun de ces prélèvements n'a fourni de microfossiles.

Par contre, un fait est à souligner : dans toute la zone centrale de la Sierra et en particulier entre le Cortijo del Calabrial et Almeria l'ensemble t3 renferme un niveau de calcaire marneux jaunâtre ou brunâtre, parfois à sidérose, contenant toujours de nombreuses coquilles de Myophories malheureusement mal conservées. Cet horizon est tout à fait remarquable par sa constance et son aspect invariable. On verra que dans la Sierra Alhamilla, un niveau du même type a fourni des Myophories bien conservées. D'E en W, ce niveau occupe la position terminale (Fuente de la Higuera) de la série actuellement observable puis, au centre de la Sierra, il est de plus en plus surmonté par des calcaires et des calcaires marneux pour ne plus occuper qu'une position apparemment moyenne dans l'ensemble t3 à proximité du Cortijo del Calabrial. A l'E, les niveaux sus-jacents ont-ils été érodés ou bien était-ce l'horizon à Myophories qui terminait la série ? Peut-on voir dans ce faciès à Myophories un repère stratigraphique ? Actuellement, une telle interprétation serait fort imprudente si l'on en croit les spécialistes et si l'on tient compte du degré de connaissance très faible de la faune des zones internes.

FACIES t_2 et t_3 DE LA NAPPE DE GADOR

- Fig. 95.— Falaise au NE du lieu-dit «Fuente de la Higuera» (t_2).
Faille synsédimentaire et brèche intraformationnelle dans les dolomies grises, finement cristallines. Les niveaux supérieurs de l'affleurement compensent la dénivellation entraînée par la cassure. Le mètre donne l'échelle.
- Fig. 96.— Pic de la Estrella (zone de passage t_2 à t_3).
Dolomies grises, finement cristallines à accidents siliceux dessinant des lits discontinus ou des concrétions discordantes sur le litage à l'échelle centimétrique (le marteau donne l'échelle). Au fond : haldes d'anciennes exploitations minières.
- Fig. 97.— Pic de la Estrella (t_3 , quelques mètres au-dessus de la limite t_2 / t_3). Calcaires vermiculés gris et jaunes. Vue d'une surface de banc (le paquet de cigarettes donne l'échelle).
- Fig. 98.— Faciès de t_2 au SW du Cortijo del Calabrial.
Surface d'un banc de calcaire gris, irrégulière. Les creux de la surface (aux formes compliquées) sont remplis par un sédiment plus argileux de teinte rouge vif ou jaune vif. La surface montre des figures radiées plus ou moins régulières constituées par de la calcite à large grain entourant parfois une tache centrale (centre de la photo). Traces d'organismes fouisseurs ?
- Fig. 99.— Tajo del Porto Blanco (centre de la Sierra)
Calcaires vermiculés (t_3) gris et jaune. Coupe naturelle d'un banc. La flèche mesure 8 cm et indique la partie supérieure du banc).
- Fig. 100.— Falaise d'Aguadulce (faciès de t_2) - 9 km à l'W d'Almería.
a) calcaires mameux ocre et calcaires de la base de la série carbonatée (t_{2a})
b) dolomies grises foncées ou claires de la partie supérieure de (t_{2b})
-



Fig. 95

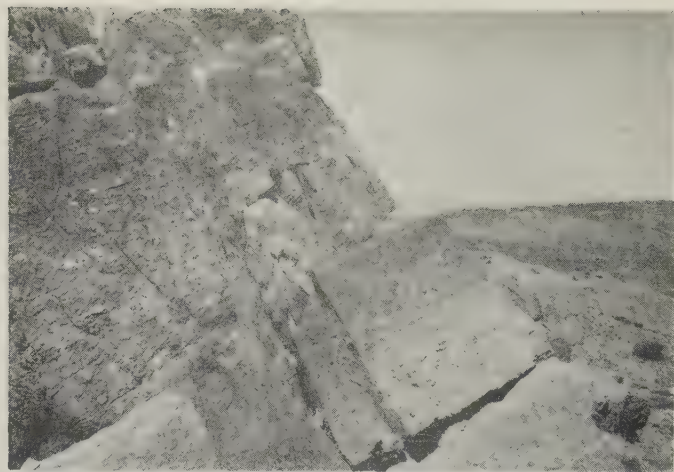


Fig. 96



Fig. 97

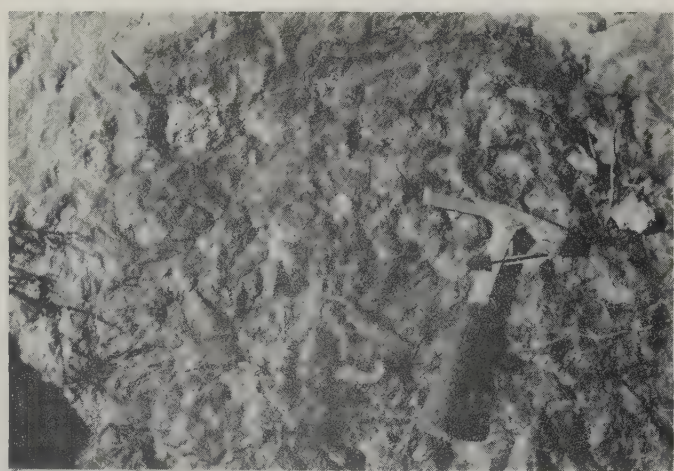


Fig. 98



Fig. 99



Fig. 100

En dehors de ces macrofossiles, l'examen des roches de t_3 , en lame mince, a montré la présence de radioles d'Echinodermes, de Pentacrines, de petits Brachiopodes en particulier dans un niveau très riche situé sous le contact avec la nappe de Felix (km 22,7 de la route Roquetas—Alicun).

Je n'ai tenté la recherche des Conodontes que dans quelques échantillons qui se sont révélés stériles ⁽¹⁾.

3 — LES VARIATIONS LATÉRALES AU SEIN DE LA SÉRIE DE LA NAPPE DE GADOR.

Sans horizons stratigraphique repère, une tentative de comparaison des différentes coupes relevées dans cette nappe débouche sur des quantités de pointillés et de points d'interrogation ou sur des interprétations qui risquent d'être jetées à terre par la première découverte paléontologique intéressante.

Toutefois, à l'échelle du 1/50 000^e et en simplifiant les coupes, un certain nombre de remarques peuvent être faites. L'expression simplifiée des coupes relevées a été reportée sur la Pl. XVII où j'ai conservé en gros les positions géographiques des colonnes.

Quelques faits remarquables apparaissent immédiatement : la série complète est plus épaisse à l'W et en particulier entre Berja et Laujar, qu'à l'E, entre Enix et Almeria. Cette différence de puissance totale correspond probablement à des différences d'épaisseur affectant au moins l'ensemble dolomitique : près de Berja il mesure plus de 300 m ; près d'Almeria et entre Enix et Alicun moins de 200 m, d'après la profondeur du contact avec les phyllites (touché par un sondage pour recherche d'eau —coupe n° 24, pl. XVI I).

Les différences de constitution apparaissent également au sein des groupes de faciès :

— t_1 renferme des quartzites massifs à l'E, du gypse au N et des niveaux de quartzites réduits et éparpillés dans les phyllites à l'W ;

⁽¹⁾ Je remercie Mr. H. LARDEUX —Laboratoire de Géologie, Faculté des Sciences de Nantes— qui a bien voulu se charger de les examiner.

— les faciès t_{2a} sont bien développés au NE et au SE de la région étudiée, mais n'existent pas au-dessus des quartzites de la Fuente de la Higuera. Peut-on voir là deux zones à forte subsidence séparées par une zone de haut-fond ? Un tel schéma est probable : il paraît difficile d'envisager les quartzites comme des passages latéraux des dépôts calcaréo-marneux de t_{2a} . Ce schéma serait à mon avis confirmé par l'allure de la coupe que l'on peut construire au SE de la Fuente de la Higuera (fig.101). A la limite t_1/t_2 , dans le domaine de la nappe de Gador, une paléogéographie particulière s'organise, constituée par de petits bassins à subsidence rapide, séparés par des zones à subsidence lente ;

— la série t_{2b} renferme des horizons à faciès "franciscaine", des brèches diagénétiques, des niveaux de calcaires noduleux à joints rouges dans un domaine occidental ;

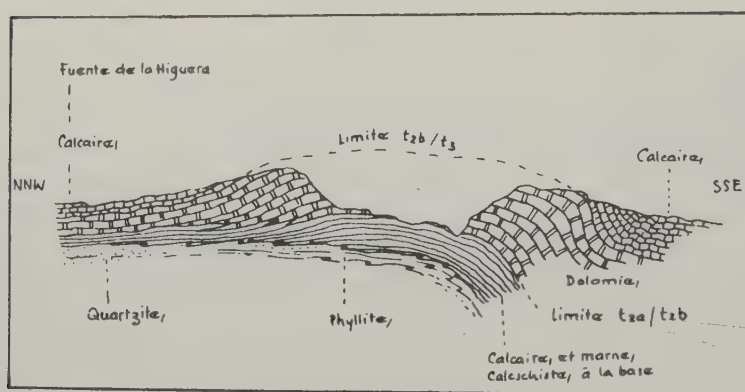


Fig.101. — Variations de puissance des faciès dans les environs de la Fuente de la Higuera. (coupe très schématique).

ces faciès ne sont pas ou très peu représentés à l'E, près d'Almería (trois colonnes n'en renferment pas). De même, à l'W, les discordances mineures sont fréquentes à la limite t_{2b}/t_3 tandis qu'à l'E, ces phénomènes n'apparaissent pas. Les irrégularités de subsidence paraissent se poursuivre jusqu'à la fin de l'épisode à sédimentation dolomitique généralisée ;

— la série t_3 présente à peu près partout les mêmes faciès et pourrait refléter le rétablissement d'une sédimentation uniforme dans tout le domaine de la Sierra de Gador avec toutefois une précision que l'on peut tenter d'apporter au schéma paléogéographique : ces faciès sont plus épais à l'W qu'à l'E. Cette différence ne paraît pas devoir être attribuée uniquement à l'intervention de l'érosion, au contraire puisqu'on a vu qu'elle a probablement été toujours plus forte à l'W qu'à l'E depuis avant le Miocène supérieur ; elle ne me paraît pas pouvoir être expliquée par des ablations occasionnées par la mise en place de la nappe de Felix : l'étude du contact a montré que ces rabotages pouvaient exister localement mais qu'ils n'avaient pas d'importance générale. Finalement, il me paraît raisonnable d'admettre que ces différences de puissance au sein de t_3 sont d'ordre stratigraphique et qu'elles ne reflètent que la persistance d'un phénomène déjà noté dans les ensembles inférieurs ; une subsidence moins forte dans le domaine oriental que dans le domaine occidental. La plus faible puissance des séries orientales correspondrait à une condensation notable de la série carbonatée.

Ces interprétations peuvent être regroupées et figurées sur une série de coupes synthétiques à travers les faciès de la nappe de Gador, représentée dans la Sierra du même nom et sur le versant méridional de la Sierra Nevada (Pl.XVIII). J'ai admis, pour tenter des corrélations, que la limite t_{2b}/t_3 était horizontale, ce qui n'est pas exact dans le détail mais peut à mon avis être considéré comme une image juste à l'échelle régionale, une fois toutes les coupes débarrassées de la tectonique.

Sur les coupes SW-NE, SN et SSW-NNE apparaissent des zones où les faciès t_{2b} ont des épaisseurs plus ou moins grandes correspondant à des aires ayant eu des subsidences plus ou moins rapides. Les aires à subsidence rapide peuvent être bordées par des accidents contemporains de la sédimentation : c'est le cas entre la Loma la Pata et El Marchal, et ces accidents sont peut-être à mettre en relation avec la flexure observée entre la Fuente de la Higuera et le Puntal del Hacho. D'après ces quelques coupes, les bassins à forte subsidence sont orientés grossièrement ESE - WNW.

De ces tentatives, on pourra conserver le souvenir d'un domaine à série puissante, traversant la Sierra de Gador en oblique et de deux zones moins profondes au N (et au S ?) ; d'une aire caractérisée par ses dépôts gréseux puissants ($-t_1$ terminal) et sa série carbonatée réduite (extrémité orientale de la Sierra) et d'une zone septentrionale où la série t_1 renferme des dépôts gypseux.

Dans les comparaisons avec les séries voisines, il faudra, plus loin, rechercher si les tendances paléogéographiques auxquelles correspondent ces domaines se retrouvent.

4 - AGE DES SERIES DE LA NAPPE DE GADOR.

Au cours de la description des séries et des faciès, on a vu que leur contenu paléontologique était très pauvre et qu'il ne permettrait pas d'apporter de nouvelles précisions sur l'âge des formations de la nappe de Gador.

Sans reprendre toute la discussion possible à ce sujet, je rappellerai seulement que c'est en 1882, dans la Sierra de Gador, que J. GONZALO y TARIN fit les trouvailles qui permirent de donner un âge triasique à l'essentiel des roches constituant cette nappe. Il faut rappeler aussi que par la suite, de nombreuses autres découvertes ont été faites dans les régions voisines et dans des séries proches de celle de la nappe de Gador ; O. J. SIMON (1963) en a fait l'historique complet.

De cet historique, il faut retenir surtout les découvertes de P. FALLOT et L. SOLE-SABARIS (1954) en Sierra de Baza et leurs récoltes d'Algues, déterminées par M. LEMOINE : elles permirent de préciser la position stratigraphique des roches de ce massif montagneux (situé sur le versant septentrional de la Sierra de los Filabres). Dans la Sierra de Baza, tout le Trias semble représenté, du Werfénien au Norien, par une série contenant des phyllites à la base et des roches carbonatées au sommet (c'est aussi l'apparition de la nomenclature alpine dans le domaine bétique).

Depuis, il faut encore noter la découverte faite par A. SERRANO et J.M. RIOS (citée par J. SIERRA LOPEZ et al., 1967), on ne sait trop où (en Sierra de Gador ? sur le versant méridional de la Sierra Nevada ?), ni à quel niveau de la série carbonatée, ni dans quelle nappe, d'un exemplaire de *Paraceratites felsohornensis*, Mojs. déterminé comme norien. J'ai déjà émis trop de regrets (J.P. JACQUIN, 1968) sur l'imprécision qui règne autour de cette découverte pour y revenir ici.

De toutes les découvertes, de ces deux dernières décennies, il ressort que l'attribution des séries carbonatées alpujarrides au Trias est un fait acquis. Par analogie de faciès, et d'après les trouvailles de J. GONZALO y TARIN, il faut considérer la série carbonatée de la nappe de Gador comme triasique mais, il est toujours impossible de dire si le Trias y est partout complet ou non, vers le haut. Quant à la série des phyllites, il paraît logique de suivre l'opinion générale et de la considérer toujours comme Permo-triasique (Werfénien). L'existence d'une discordance à la base de cette série paraît possible (Pl.XVIII), voire certaine (F. ALDAYA, 1969).

Dans la nappe de Gador, la nature des faciès, souvent alliée à la puissance de la série complète, justifie pleinement l'emploi de la nomenclature alpine.

Faute de découvertes et de déterminations paléontologiques récentes et au vu de la rapidité avec laquelle les passages latéraux de faciès peuvent s'opérer, je me suis refusé à attribuer quelque groupe de faciès que ce soit à telle ou telle subdivision du Trias, comme cela a pu être fait par exemple en Sierra de Lujar (J. BOULIN et al., 1966) où, de plus, se pose le problème de savoir si la série est normale ou renversée. Comme pour la nappe de Felix, j'ai donc continué à utiliser une nomenclature ne caractérisant que des groupes de faciès, sans lui attribuer de signification stratigraphique. La seule précision possible pourrait être la suivante : l'ensemble t_{1a} correspondrait, en gros, au Permo-Werfénien.

5 — LES ROCHES ERUPTIVES SITUÉES DANS LA SÉRIE CARBONATÉE DE LA NAPPE DE GADOR.

5.1. Les roches éruptives interstratifiées

5.1.1. Les roches éruptives de l'extrémité occidentale de la Sierra

Les affleurements de roches éruptives de la Castala sont connus depuis les travaux de J. WESTERVELD (1929). Ils se situent vers la base de l'ensemble t₃ le long de la piste qui monte de la Castala vers les mines de la Estrella. J'en ai retrouvé le long de cette piste puis, sur les pentes de la Rambla de Julbina et au pied du Pecho de Santa Isabel (voir la carte au 1/100 000^e sur laquelle j'ai exagéré la taille des affleurements et la carte fig. 102).

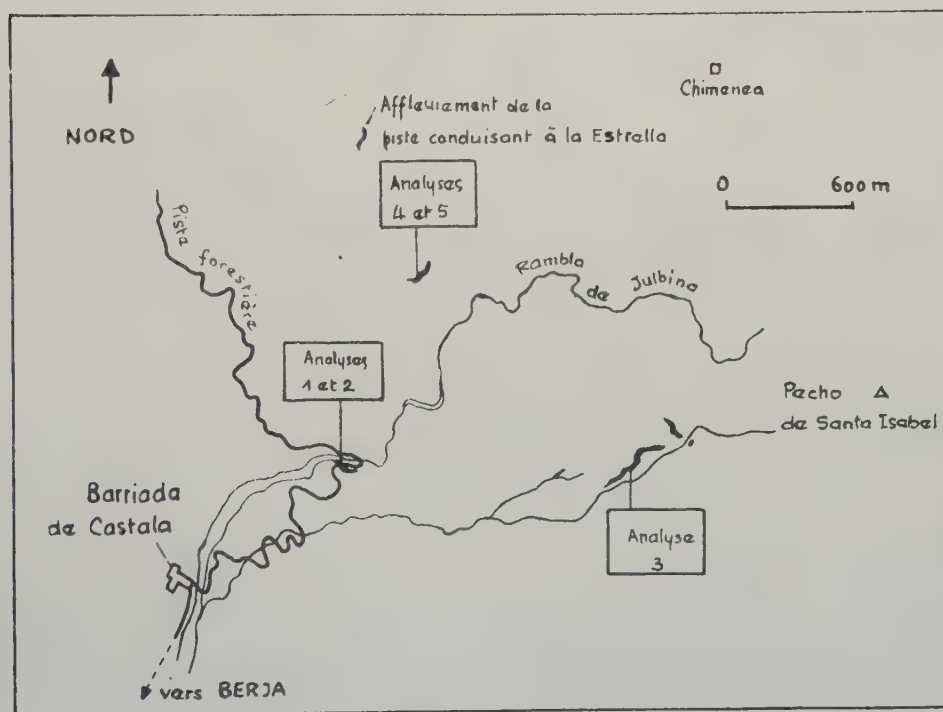


Fig.102. — Affleurements de roches vertes de la retombée occidentale de la Sierra de Gador. (dessin d'après photographie aérienne).

L'affleurement de la Castala, situé dans le talus de la piste forestière était ⁽¹⁾ le plus important de tous. La roche, verte, foncée, se présente comme l'indique la fig.103.

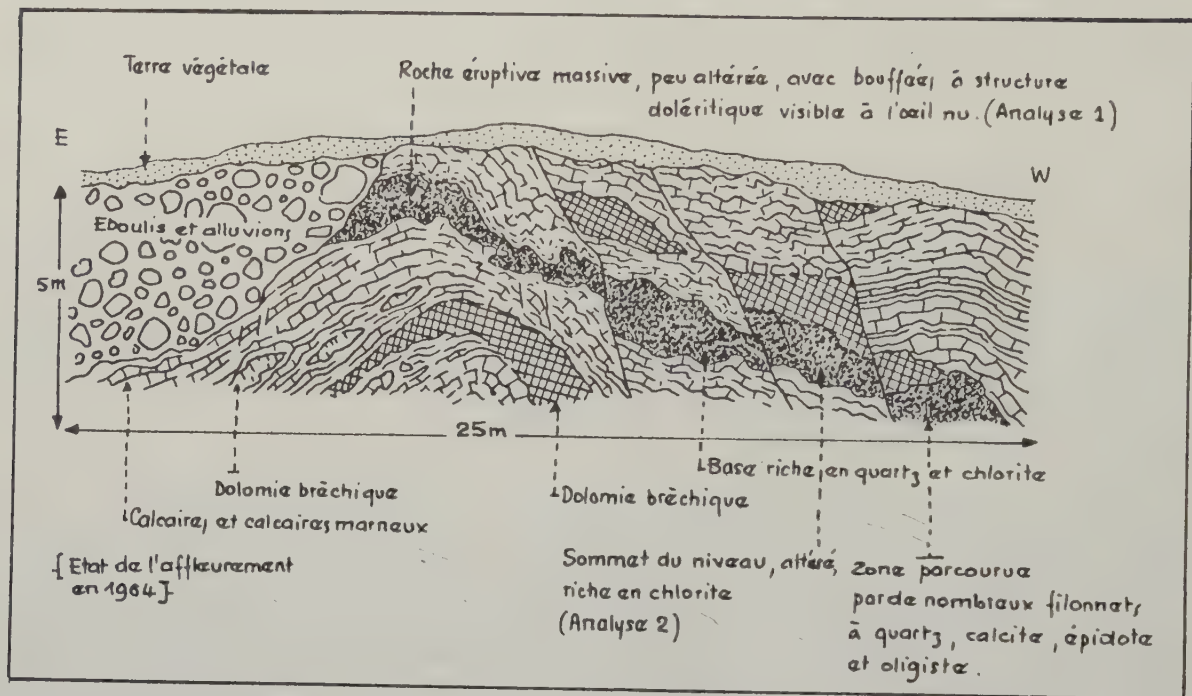


Fig.103.- Affleurement de roche éruptive de la Castala.
(Rive gauche de la Rambla de Julbina ; talus de la piste forestière).

Sur cette coupe (fig.103), les fractures sont à mettre en liaison avec les grands accidents affectant la bordure occidentale de la Sierra de Gador (leur direction est comprise entre NNW - SSE et NW - SE). Ces fractures affectent l'ensemble de l'édifice de nappe. Les replis, les boudinages et les bréchifications fréquentes sur l'affleurement-même et dans son voisinage sont à relier à la tectonique tangentielle : la coupe a été relevée quelques dizaines de mètres sous le contact avec la nappe de Felix (ce contact recoupe ici obliquement la série de la nappe de Gador). La lame de roches vertes est plissée, cassée, localement broyée comme l'encaissant. Sa mise en place doit donc être considérée comme antérieure à la tectonique de nappe.

Sur cet affleurement, deux échantillons ont été prélevés pour analyse : l'un au centre du niveau, là où la roche paraissait la moins altérée, l'autre au sommet, là où elle semblait en beaucoup moins bon état. Les résultats de ces analyses figurent sur le tableau V.

(1) Il y a quelque temps, des travaux ont été entrepris en ce point pour l'installation d'une conduite de stériles de laverie et en ont fait disparaître une bonne partie. Actuellement, pour y voir la roche éruptive, il faut commencer par gratter une épaisse couche de boue issue des débordements de la conduite.

L'étude en lame mince du premier échantillon montre la constitution suivante :

- structure très finement cristalline à bouffées doléritiques plus largement cristallines, traversée par des filonnets tardifs à quartz et épidote ;
- dans la pâte très fine, des plagioclases, un peu de quartz, de nombreux petits cristaux d'épidote, des fantômes d'ilménite et de rares cristaux de pyrite sont identifiables ; le sphène y est accessoire ;
- dans les bouffées doléritiques, les plagioclases (35 % d'An) atteignent le millimètre et l'épidote et le quartz sont aussi plus largement cristallins ;
- les filonnets secondaires contiennent surtout de beaux cristaux automorphes d'épidote verte et du quartz, de la chlorite et de la muscovite.

Dans le deuxième échantillon, la structure doléritique reste discernable et renferme des plages à grands cristaux équigranulaires. Le fond de la roche est fait de chlorite, de calcite, de fantômes d'ilménite où l'on reconnaît encore quelques cristaux allongés de plagioclase non déterminables. Les plages à grands cristaux renferment de la chlorite, du quartz et surtout de grands plagioclases (5 à 10 % An) appartenant très probablement à une génération différente de celle des premiers, d'après leur bon état de conservation.

Dans les deux échantillons étudiés ici, on retrouve la trace des déformations affectant l'ensemble de l'affleurement : petites fractures, cristaux brisés (cas en particulier des grands plagioclases du deuxième échantillon).

Dans les affleurements situés au NNE (analyses 4 et 5) et au N (piste allant de Berja aux mines de la Estrella), on retrouve les mêmes roches affleurant dans des niveaux clairement interstratifiés dans des calcaires et présentant les mêmes faciès pétrographiques.

A l'E de la Castala, sur le versant occidental du Pecho de Santa Isabel (fig.102), affleurent encore des horizons identiques, mais ici la roche éruptive renferme très souvent des enclaves ovales à calcite et chlorite (parfois, on note aussi un peu d'albite) ou aplaties à chlorite seule (analyse 3) de plus, intensément tectonisée, elle est riche en filonnets atteignant le centimètre de largeur et remplis de quartz, d'épidote et d'oligiste. L'épidote des filonnets donne souvent des cristaux atteignant quelques centimètres de longueur. L'oligiste a fait l'objet de travaux de recherche miniers.

A l'W de la Sierra de Gador, d'autres affleurements de roches du même type doivent encore exister à l'E du Pic de la Estrella si l'on en juge par les galets à structure doléritique rencontrés dans la vallée qui descend vers Laujar, mais je ne les ai pas observés en place.

	Castala R.e. peu altérée	Castala Sommet du niveau	Pied du Pecho de Santa Isabel Faciès à vacuoles chloriteuses	Rive droite Rambla de Julbina Base niveau Sommet du niveau		Calabrial
	1	2	3	4	5	6
Densité	2.98	2.49	2.62	2.82	2.97	2.88
SiO ₂	49.0	42.7	48.0	45.5	46.5	48.00
Al ₂ O ₃	15.1	16.3	17.6	15.8	15.5	16.3
Fe ₂ O ₃	5.9	4.9	2.6	7.2	6.3	7.6
FeO	6.8	6.8	7.9	6.7	6.1	3.4
MgO	6.6	7.9	8.4	7.5	7.3	4.4
CaO	8.9	6.6	4.4	7.6	9.4	5.0
Na ₂ O	2.40	1.50	3.05	2.35	2.50	3.85
K ₂ O	0.20	0.20	0.30	0.25	0.40	1.10
CO ₂	1.3	4.2	1.2	1.3	1.5	3.3
H ₂ O totale	1.8	6.6	4.4	3.9	2.6	2.9
Perte au feu	3.1	10.8	5.6	5.2	4.1	6.2
Total	98.0	97.7	97.85	98.1	98.1	95.85

Tableau V. — Résultats des analyses effectuées sur des échantillons de roches vertes de la Sierra de Gador.

Analyses effectuées au Laboratoire privé R. GOLOUBINOV (234, avenue du Général Leclerc, 54-NANCY), en 1965. Les résultats étaient accompagnés du commentaire suivant: « L'eau n'a pas été dosée spécifiquement. Le chiffre indiqué représente simplement la différence calculée: perte au feu moins CO₂. Aucune analyse ne boucle à 100: trois ferment aux environs de 96 et les autres vers 98. Les éléments non dosés consistent essentiellement en titane (environ 1,50 % de TiO₂), phosphore (environ 0,50 % de P₂O₅) et manganèse ». Ces chiffres expliquent que les analyses des deux tableaux ne « ferment pas » à 100. Le chiffre donné pour le phosphore pourrait expliquer que les résultats publiés par P. DIMPAULT DARCY et al. (1968) ne « ferment » pas non plus à 100 dans la majorité des cas. La moyenne des teneurs en TiO₂ donnée par ces auteurs représente 1.82 %.

Le titane et le manganèse n'ont pas été dosés parce que ces analyses n'ont pas été effectuées dans le but de connaître le chimisme « global » de ces roches mais seulement dans le but de les comparer entre elles et avec deux autres que j'avais récoltées dans la Sierra de Lujar le long de la route de l'Emetteur (j'étais accompagné alors par H. LEROY) et une troisième récoltée par H. LEROY (au Peñon Gomerano, en Sierra de Lujar également). A l'époque, lorsque ces analyses ont été effectuées, il s'agissait de savoir si les douze roches qui présentaient des modes de gisement et des constitutions pétrographiques voisines s'apparentaient également par leur chimisme et nous ne disposions pas de fonds suffisants pour avoir des analyses complètes. Par la suite, Th. JUTEAU fit refaire deux de ces analyses (53 a et 61, in P. DIMPAULT DARCY et al., op. cit.) et les chiffres cités pour ces deux échantillons ne diffèrent guère de ceux obtenus lors de la première analyse effectuée par R. GOLOUBINOV.

L'analyse d'un échantillon (53 c, dans la numérotation de H. LEROY) que j'avais récolté le long de la route de l'Emetteur (faciès à grain fin, enveloppe du faciès (53 a) à grain grossier du même affleurement) n'ayant pas été publiée, il me paraît utile d'en donner les résultats ici: Densité: 2,77; SiO₂: 46,1; Al₂O₃: 14,7; Fe₂O₃: 3,9; FeO: 6,6; MgO: 7,2; CaO: 8,2; Na₂O: 2,20; K₂O: 1,20; CO₂: 5,0; H₂O totale: 2,7; P.F.: 7,70.

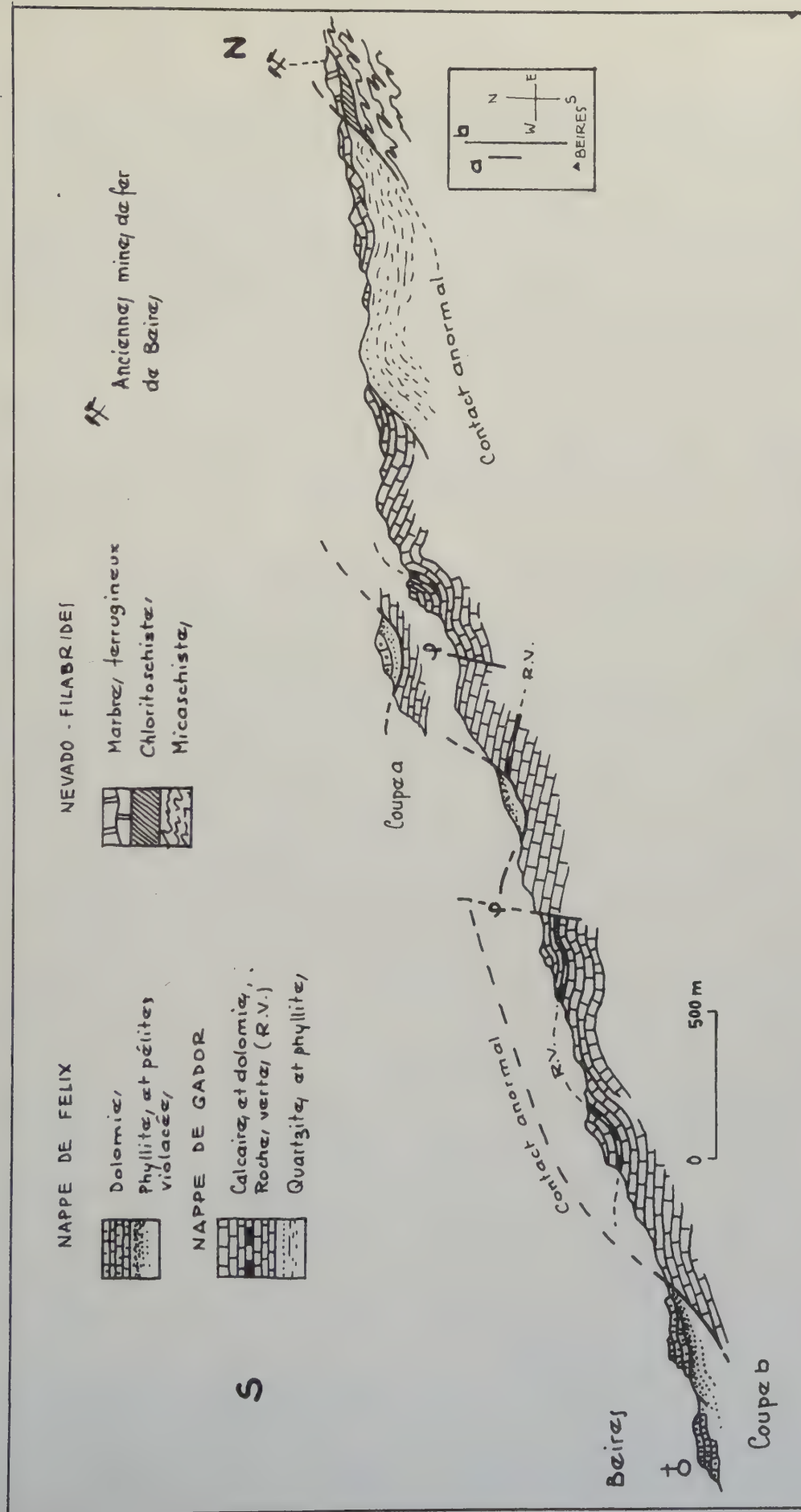


Fig. 104. — Coupe schématique du versant méridional de la Sierra Nevada entre le village de Beires et les anciennes mines de fer.

Les niveaux de roche verte sont associés aux calcaires (calcaires bleutés, à joints rouges) comparables aux faciès t₃ de la Sierra de Gador.

5.1.2. Les roches éruptives interstratifiées dans les roches carbonatées de la nappe de Gador, au N de Beires.

Sous des roches attribuables à la nappe de Felix et sur la série Névado-Filabride, la série carbonatée de la nappe de Gador affleure largement entre le village de Beires et les anciennes mines de fer (fig.104). Cette série contient, au-dessus des dolomies grises, des calcaires bleutés souvent à joints rouges renfermant un ou plusieurs horizons de roche éruptive verdâtre assez mal conservée.

L'examen au microscope montre la même composition que pour les échantillons provenant de la Castala ; dans tous, malgré l'altération intense, la structure doléritique reste toujours visible en lame mince.

5.2. Les roches éruptives recoupant la série de la nappe de Gador

Au centre de la Sierra de Gador, quelques centaines de mètres à l'E du Cortijo del Calabrial, les dolomies (t_{2b}) de la nappe de Gador sont percées comme à l'emporte-pièce par deux cheminées de roches éruptives identiques. Sur le terrain, elles se présentent avec une teinte gris verdâtre contrastant fortement avec celle des dolomies encaissantes.

Sur l'affleurement le plus proche du Calabrial (fig. 105) un échantillon a été prélevé pour analyse (analyse 6 du tableau V), au centre de la cheminée ; sur le bord la roche devient plus sombre, plus verte, sa structure est difficilement discernable à l'œil nu, elle se charge en carbonate ; elle est finalement séparée des dolomies par une zone blanchâtre, friable, mesurant un demi-mètre d'épaisseur. Au contact de la roche éruptive, les bancs dolomitiques sont rebroussés vers le haut.

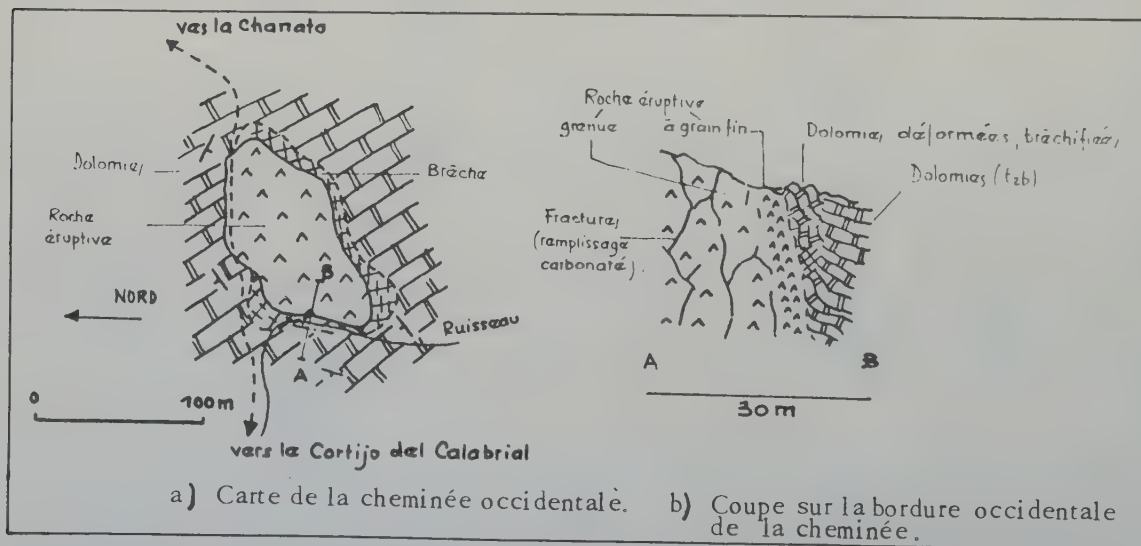


Fig. 105. —Gisement occidental de roche éruptive doléritique du Cortijo del Calabrial (centre de la Sierra de Gador. La roche éruptive recoupe les faciès dolomitiques (t_{2b}) de la nappe de Gador.

En lame mince, la roche doléritique grenue du centre de la cheminée frappe par la beauté de sa structure doléritique et par sa richesse en plagioclase. Ces plagioclases zonés (An 30 à 35 %) sont souvent altérés en séricite. Ils sont généralement accompagnés de minéraux opaques et des minéraux ferro-magnésiens suivants :

- biotite toujours fortement chloritisée,
- hornblende assez rare, coexistant généralement avec un
- pyroxène (augite) que je n'ai pu observer que dans une seule lame, en bon état de conservation ; il remplit les mailles du réseau dessiné par les lattes de plagioclases.

Accessoirement, on observe encore un peu d'épidote, des aiguilles d'apatite, de la chlorite, des cristaux de sphène automorphes. Le quartz y est très rare.

Les lames taillées dans les faciès fins de bordure, montrent encore la structure doléritique mais beaucoup plus fine, voilée par l'altération. La roche est riche en chlorite et rappelle par son aspect général le type de la Castala.

5. 3. Les roches vertes de la Mine «Pepita» de Motril

Au NNE de Motril, la mine de zinc dite "Pepita" se situe dans une masse calcaire et dolomitique reposant sur des phyllites bleutées que je considère comme appartenant à la nappe de Gador s.s. (voir le chap. XI). Cette masse carbonatée est recoupée par plusieurs venues de roches vertes (analyse 7, 8 et 9). Une de ces venues, située à l'E de la mine se trouve à la limite entre les phyllites et la masse carbonatée (analyse 8, tableau VI) et aurait plutôt la forme d'un sill oblique sur la stratification, que celle d'un dyke.

	Mine « Pepita » — Motril		
	Dyke central	Sill ? Dyke ? Est	Sondage 23
	7	8	9
Densité.....	2.46	2.68	2.82
SiO ₂	38.0	20.0	44.0
Al ₂ O ₃	18.9	13.6	16.1
Fe ₂ O ₃	3.0	2.4	1.7
FeO.....	8.9	6.7	8.1
MgO.....	14.1	7.9	9.0
CaO.....	3.2	23.2	7.5
Na ₂ O.....	0.45	0.50	2.55
K ₂ O.....	0.15	0.10	0.15
CO ₂	1.5	19.5	3.7
H ₂ O totale.....	7.3	4.4	4.1
Perte au feu.....	8.80	23.90	7.80
Total.....	95.5	98.3	96.9

Tableau VI. — Analyse de roches vertes de la Mine " Pepita " (près Motril).

Les roches provenant de ce secteur ⁽¹⁾ présentent la même constitution minéralogique que celles de la Castala mais sont beaucoup plus altérées et la structure doléritique n'y est plus que très difficilement lisible. Dans l'une d'entre elles (échantillon n° 8), seule la teinte et la forme de l'affleurement évoque la roche éruptive : en lame mince, on y observe que des carbonates englobant essentiellement un peu de quartz, de la séricite et beaucoup de chlorite.

5. 4. Le chimisme des roches vertes de la nappe de Gador, comparaison avec les roches de la nappe de Lujar.

Sur la fig.106 ont été regroupés les résultats des analyses effectuées sur les roches de la Sierra de Gador et de la Mine "Pepita" à côté des données fournies par Th. JUTEAU (in. P. DIMPAULT DARCY et al. 1968).

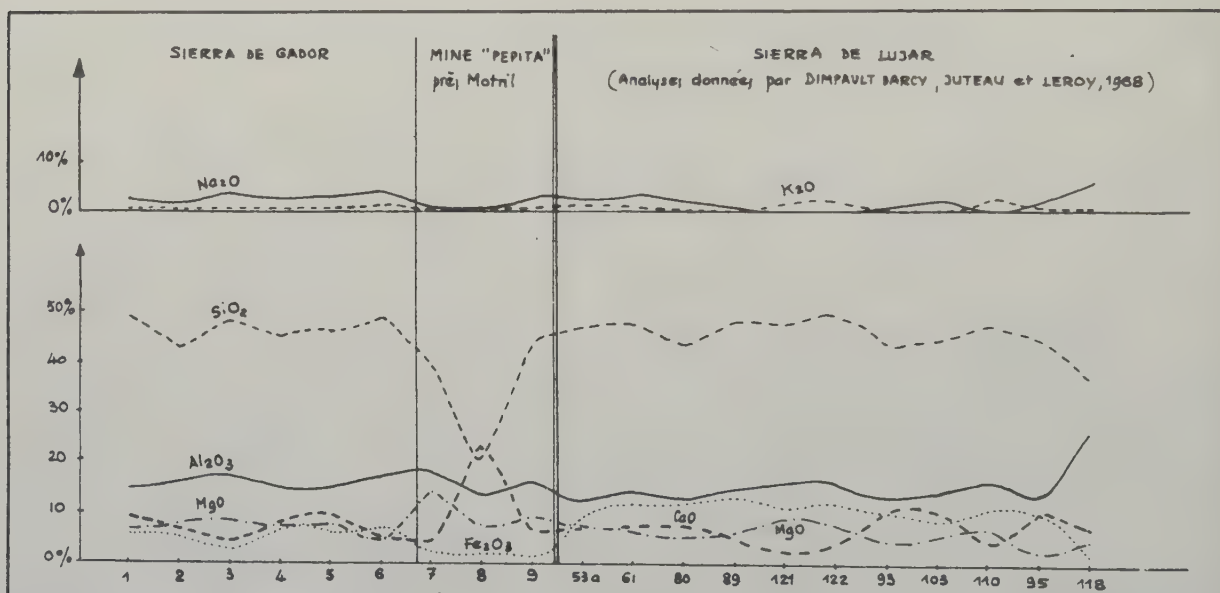


Fig. 106 .— Résultats d'analyses effectuées dans des roches vertes de la Sierra de Gador, des environs de Motril et de la Sierra de Lujar.

Toutes ces roches ont une composition chimique voisine, mis à part deux d'entre elles : la 8 et la 118. La 118 est une pélite alumineuse (Th. JUTEAU, op. cit.) et la 8 pourrait représenter un ancien tuf (sédimentation carbonatée + produits volcaniques) ou la roche verte très contaminée par son environnement (richesse en carbonate).

⁽¹⁾ Les échantillons m'ont été fournis par Mr. J. HALLEMANS, Ingénieur géologue à la Société Peñarroya-España. J'ai pu, par la suite, aller les voir sur place rapidement.

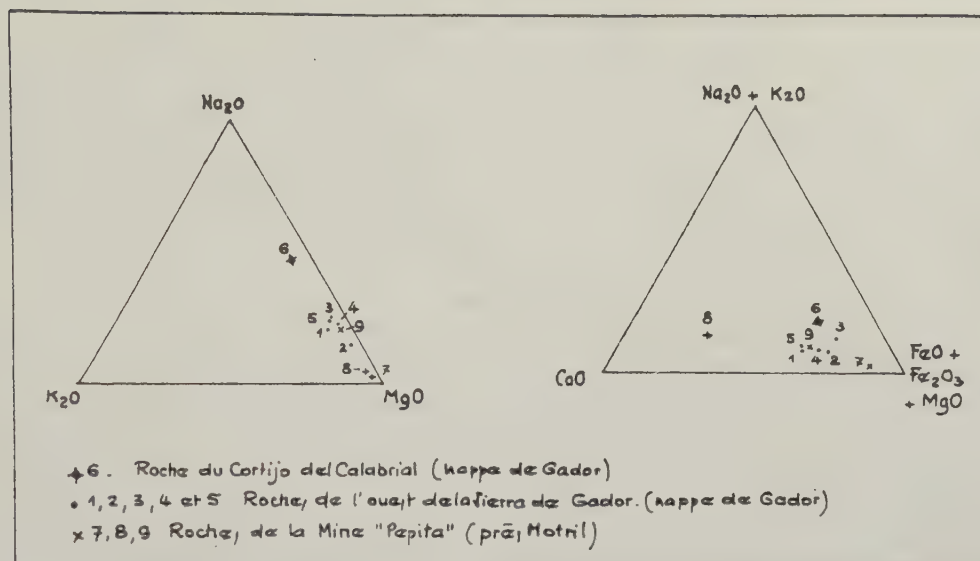


Fig. 107. — Comparaison des résultats d'analyses effectuées sur les prélèvements de roches vertes de la nappe de Gador et de la Mine "Pepita". La plupart de ces roches entrent dans le domaine des diabases de F. J. TURNER et J. VERHOOGEN (1960)

La comparaison des diagrammes K₂O — Na₂O — MgO (fig. 107) souligne encore la parenté des roches de la nappe de Gador entre elles et leur analogie avec celles de la nappe de Lujar (même diagramme, fig. 108). Seul, l'échantillon 6 (roche du Calabrial) se singularise par sa plus grande richesse en Na₂O.

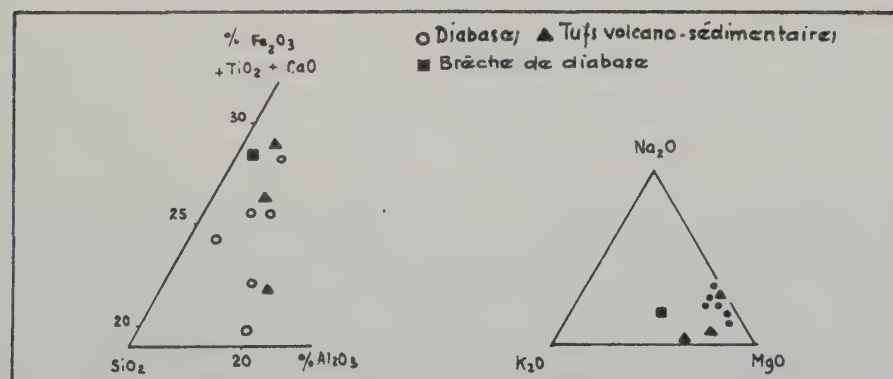


Fig. 108. — Chimisme des "roches vertes" de Sierra de Lujar étudiées par P. DIMPAULT DARCY et al. (1968).

Comme la majorité des roches de la Sierra de Lujar, la plupart des roches vertes de la nappe de Gador représentent des diabases à composition relativement ho-

mogène, mises en place dans la nappe de Gador au cours du Trias et surtout vers la limite t_2/t_3 . Un problème subsiste à leur sujet : peut-on considérer celles du Calabrial comme la trace de cheminées par où serait passé un matériel capable de donner les épanchements tels qu'on les observe à l'W et sur la limite septentrionale de la nappe de Gador (Beires) ? Sur le terrain, dans les environs du Calabrial, je n'ai pas trouvé de roches interstratifiées en liaison avec les deux cheminées mais leur position dans t_2 , leur structure doléritique et leur composition voisine de celle des roches de la Castala, permettent de le supposer.

Ces manifestations volcaniques basiques s'intègrent dans un ensemble d'émission bien représentées surtout dans la nappe de Lujar (en Sierra de Lujar) dans la moitié occidentale de la nappe de Gador (là où la série est la plus puissante - voir planches XVII et XVIII), en Sierra de Almagro (dans l'unité d'Almagro et de Ballabona surtout, d'après O. J. SIMON, 1963) et dans des zones encore plus orientales (F. FERNEX, 1962 et 1964).

6 - LE CONTACT DE LA NAPPE DE GADOR AVEC LES ENSEMBLES SOUS-JACENTS.

Au N de la région étudiée, la nappe de Gador plonge vers la vallée de l'Andarax, sous des formations alluviales récentes, du Néogène, des lambeaux malaguides et des klippes de la nappe de Felix, pour réapparaître ensuite sur le versant méridional de la Sierra Nevada où elle repose sur les roches de l'Ensemble névado-filabride.

A l'W, et plus particulièrement dans les environs de Beninar et Berja, elle repose sur une puissante série carbonatée que l'on peut attribuer à la nappe de Lujar, depuis les travaux de J. WESTERVELD (1929).

Au N, sur les Névado-filabrides et à l'W, sur la nappe de Lujar, la nappe de Gador repose sur les ensembles tectoniques inférieurs par l'intermédiaire de ses phyllites permo-werfénienues.

Il est remarquable de constater que tout autour de la fenêtre de Turon, à l'E du Rio Grande de Adra, ce contact s'opère sans bréchifications très intenses : les roches carbonatées de la nappe de Lujar sont broyées sur une faible épaisseur (quelques mètres avant que l'on puisse reconnaître les stratifications) et les phyllites ne sont écrasées également que sur quelques mètres.

La netteté du contact est la même au SE, au S et au SW du village d'Ohanes où, lorsque les phyllites de la nappe de Gador reposent directement sur les schistes noirs des Névado-filabrides, on pourrait se demander s'il existe un contact anormal s'il n'y avait pas la brusque saute de métamorphisme et surtout la présence locale de masses de marbres (marbres de l'Ensemble névado-filabride) entre ces schistes noirs et les phyllites.

Je n'ai pas étudié en détail la série carbonatée de la nappe de Lujar, dans la fenêtre de Turon, ni la structure interne de cette série et ne puis donc préciser si la nappe de Gador repose toujours sur les mêmes termes de cette nappe ou si elle les tronque. Toutefois, d'après ce qu'on peut observer au S de la fenêtre, dans la profonde vallée du Rio Grande et au N et de part et d'autre de cette même vallée, il est possible de préciser que la série carbonatée de la nappe de Lujar dessine de grands plis aigües recouverts par les phyllites de la nappe de Gador et que le contact a l'allure d'une vaste terminaison périclinale dont le rayon n'a rien à voir avec celui des plis internes de la nappe de Lujar. Le contact recouperait donc la série de la nappe de Lujar sans qu'on puisse affirmer cependant que les rabotages y soient très importants.

Au N, la nappe de Gador repose le plus souvent sur des schistes névado-filabrides variés et parfois, sur des marbres surmontant eux-mêmes ces schistes (c'est le cas au S d'Ohanes, dans le secteur des mines de Beires et au N de Lujar de Andarax). Plus à l'W, en suivant le flanc méridional de la Sierra Nevada, ce dispositif se reproduit jusque près de la localité d'Orgiva. Cette disposition des phyllites, recouvrant des niveaux différents des Névado-filabrides paraît explicable par la présence de plis couchés au sein de ce dernier ensemble, par-dessus lesquels la nappe de Gador serait venue se mettre en place (je reviendrai plus loin sur ces plis). Ici encore, le long du contact, les brèches ne sont pas très développées mais apparaissent chaque fois que le contact s'opère au-dessus des marbres : c'est le cas en particulier près d'Ohanes, de Mecina Bombaron, et dans les environs de la Mine du Conjuro.

Nulle part, dans ce contact, comme dans celui de la nappe de Felix sur la nappe de Gador, je n'ai trouvé de roches qui auraient pu permettre de dater le recouvrement. Cette absence de formations plus récentes que le Trias (en admettant que les marbres névado-filabrides soient triasiques) le long d'un contact affleurant parfaitement sur plusieurs dizaines de kilomètres est à souligner.

Localement, l'allure relativement simple des contacts qui viennent d'être décrits peut être perturbée par la présence d'accidents postérieurs à la mise en place des nappes ou d'autres phénomènes. C'est le cas immédiatement au N et au NE de Berja d'une part, et au S d'Ohanes d'autre part, dans la limite du périmètre étudié.

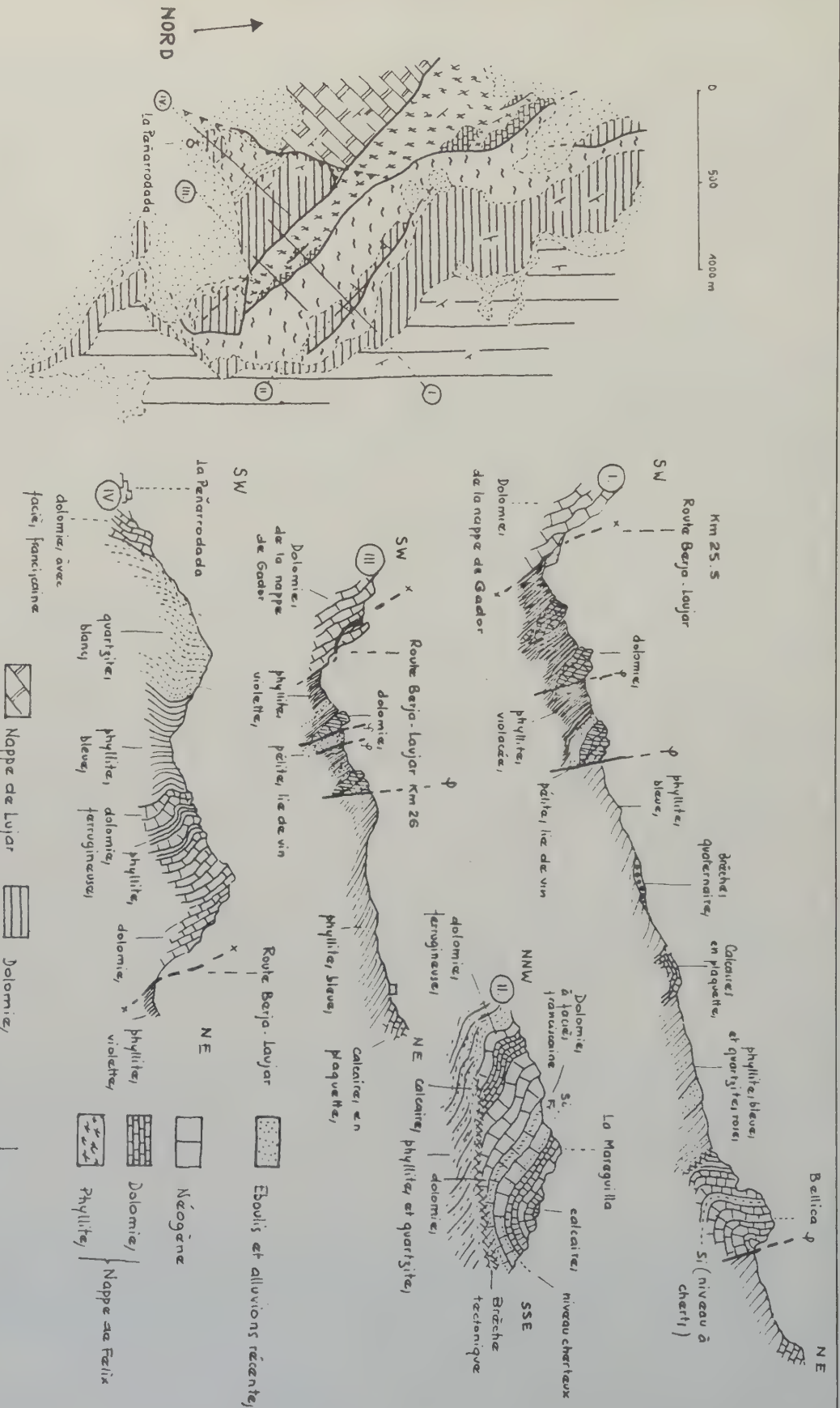
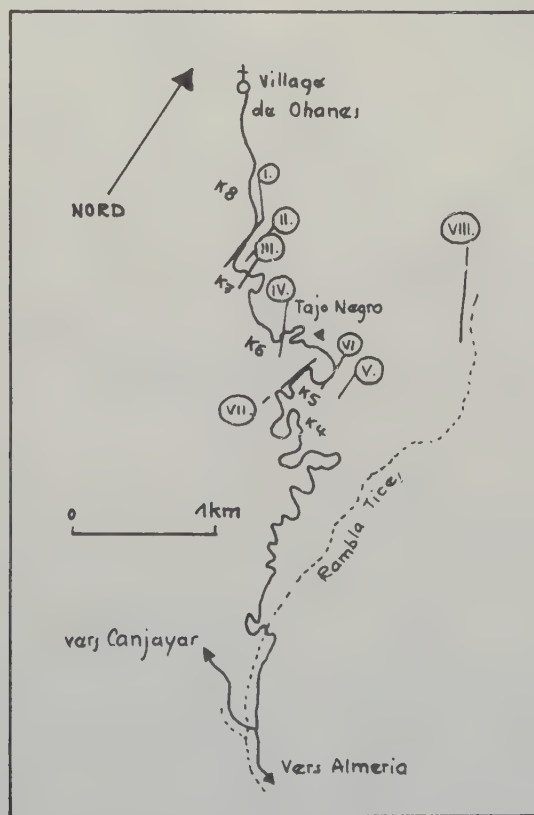


Fig. 109. — a) Contacts anormaux au N de Berja — Coupes géologiques —

b) Contacts anormaux au N de Berja – Carte des faciès –

Au N de Berja, entre la route Berja-Ugijar (à l'W) et le sommet appelé Bellica (à l'E), les coupes de la fig. 109 ont été relevées. Elles montrent l'existence de plusieurs grandes failles, orientées sensiblement SE-NW, dont le jeu a eu pour conséquence d'abaisser un compartiment de matériel appartenant à la nappe de Felix, au niveau de la série carbonatée de la nappe de Lujar.

Au SE du village d'Ohanes, entre le Néogène détritique et les schistes de la Sierra Nevada, les assises de la nappe de Gador apparaissent, soit sur les roches de la "Michungszone" (micaschistes, gypse et calcschistes, marbres ferrugineux, marbres), soit sur les schistes de la Sierra Nevada (Rambla Tices). Des masses considérables de la nappe de Gador (phyllites, dolomies ou phyllites et dolomies) ont glissé et se sont interstratifiées dans les dépôts détritiques néogènes (fig. 110).



110 a. - Localisation des coupes de la fig. 110 b.

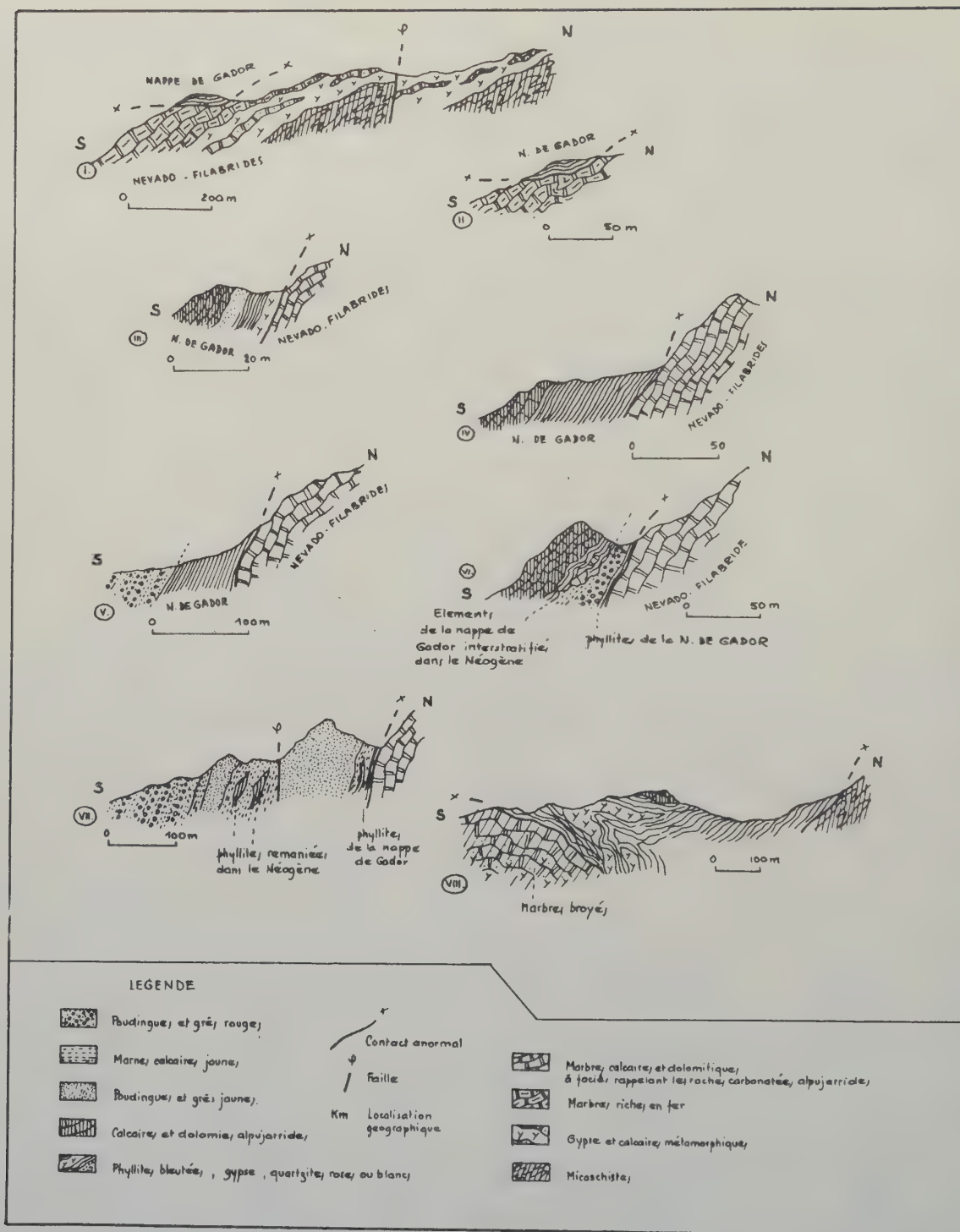


Fig. 110b. — Bordure septentrionale du synclinal néogène de Canjayar. Rapports entre le Néogène, les Alpujarrides et les Nevado-Filabrides. (coupes schématiques, sans échelle unique)

* Localisation : voir fig. 110 a.

7 - COMPARAISONS DE LA NAPPE DE GADOR AVEC LA NAPPE SUPERIEURE : LA NAPPE DE FELIX (DANS LE CADRE RESTREINT DE LA SIERRA DE GADOR)

7.1. Comparaisons des séries considérées dans leur ensemble

La première différence qui apparaît entre les deux séries type de ces deux nappes réside dans leur notable différence de puissance, surtout si l'on compare les séries affleurant dans la partie N des affleurements de la nappe de Felix et dans la partie SW de la nappe de Gador (dans le secteur étudié). La puissance totale varie du simple (Felix) au double (Gador), peut-être au triple.

Si l'on compare au contraire les puissances de la nappe de Gador à l'E de la Sierra à celle de la nappe de Felix au S de la Sierra, une certaine analogie apparaît, que j'ai déjà soulignée (J.P. JACQUIN, 1968 a).

7.2. Comparaison des limites de métamorphisme

Dans la nappe de Felix, on a vu que le métamorphisme épargne généralement les niveaux supérieurs de l'ensemble t_1 et qu'il n'atteint pas la série carbonatée. Au contraire, dans la nappe de Gador, ce phénomène affecte toujours la totalité de t_1 et, à l'W, atteint la base de la série carbonatée.

Quant au degré de métamorphisme atteint dans des horizons équivalents des deux nappes (au sein de t_1), je n'ai pu constater que ceci : les quartzites de la nappe de Gador sont toujours plus recristallisés que ceux de la nappe de Felix ; je n'ai jamais trouvé dans les phyllites de la nappe de Felix le chloritoïde ⁽¹⁾ qui apparaît à la base de la série t_1 de la nappe de Gador.

A propos du métamorphisme, un dernier point reste à souligner : c'est le fait que dans les faciès t_3 de la nappe de Gador, les recristallisations des calcaires et des calcaires marneux situés sous le contact sont très nettes, et liées aux déformations souples qu'on peut y observer. Dans les plis microscopiques qui affectent les roches calcaires, on voit apparaître des cristallisations orientées de calcites ; dans les calcaires marneux ou dans les joints de stratification des calcaires, ces néoformations orientées sont représentées par de la calcite, de la séricite et du quartz épousant le dessin des microplis et ces microplis sont liés aux plis couchés décrits dans t_3 .

⁽¹⁾ Il faut toutefois remarquer, on l'a vu, que ce minéral peut être attribué à un métamorphisme postérieur à la mise en place des nappes.

J'ai pu observer ce phénomène dans les échantillons récoltés au sein de t_3 , sous le contact avec la nappe de Felix, le long du versant occidental de la Sierra et en particulier au pied du "Caparidan" et le long de la piste des mines de la Estrella (entre la piste forestière et la laverie).

Dans les roches de la nappe de Felix, sous le contact avec les lambeaux malaguides, les échantillons que j'ai récoltés dans le secteur du Pago de Los Caballos n'ont montré que des bréchifications. Un métamorphisme allant jusqu'à faire apparaître les recristallisations observées dans t_3 de la nappe de Gador ne paraît pas exister ici.

Ces différences peuvent être résumées comme sur le schéma de la fig.111. Je reviendrai sur ces faits plus loin.

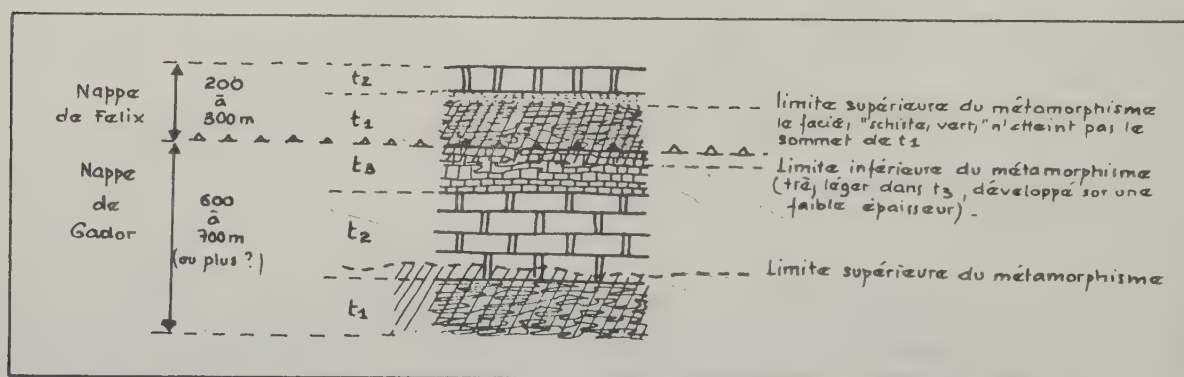


Fig.111. — Répartition des horizons métamorphiques dans les nappes de Felix et de Gador, sur une coupe schématique qui se situerait à l'W de la Sierra de Gador.

7.3. Comparaison au niveau des ensembles t_1

L'ensemble t_1 de la nappe de Felix peut être caractérisé par ses intercalations carbonatées et gypseuses, par la présence de formations gréseuses roses ou rouges importantes à sa partie supérieure. Au contraire, t_1 de la nappe de Gador ne renferme pas de niveaux gréseux roses si importants. Dans cette dernière nappe, sauf sur sa limite septentrionale, t_1 ne renferme pas de gypse (bien sûr, t_1 affleure peu dans la Sierra même, mais dans toute la région de Berja où il occupe une grande surface, le gypse n'existe pas).

Le passage de t_1 à t_2 est plus progressif dans la nappe de Gador que dans la nappe de Felix sauf en deux points : à la Mina del Maricho et à la Fuente de la Higuera où la série dolomitique surmonte presque directement des quartzites blancs ou rosâtres.

Enfin, l'ensemble t_1 de la nappe de Gador semble en général plus puissant que celui de la nappe de Felix, sauf dans la région de Felix où, dans cette dernière nappe, t_1 atteint probablement deux cents mètres de puissance.

7.4. Comparaison au niveau des ensembles t_2

t_2 de la nappe de Felix est peu épais (100 m ?) là où l'on peut imaginer qu'il est complet et ne renferme jamais les faciès dolomitiques du type "franciscaine" observés dans la nappe de Gador. t_2 de la nappe de Gador est toujours plus puissant que le même ensemble dans la nappe de Felix et renferme des roches vertes qu'on ne rencontre pas dans la nappe de Felix.

A l'E de la Sierra de Gador, les faciès dolomitiques à patine brune ou noire très foncée rappellent les faciès observables dans la nappe de Felix.

Ce fait, rapproché des comparaisons de puissances vient à l'appui d'une certaine parenté entre deux domaines : celui de la nappe de Felix et l'extrémité orientale de la nappe de Gador, dans la Sierra de Gador.

7.5. Comparaisons au niveau des ensembles t_3

t_3 n'est représenté qu'en de rares points de la nappe de Felix (Añeca, Cortijo del Ingles, en particulier) où il semble avoir une puissance qui n'atteint jamais celle qu'on observe dans la nappe de Gador.

Si les puissances sont toujours différentes dans les deux nappes pour cet ensemble, par contre, les faciès se ressemblent beaucoup. De plus, en un point de la nappe de Felix, on retrouve des bancs à Gastropodes et Myophories identiques à ceux observés dans la nappe de Gador.

t_3 de la nappe de Felix ne renferme pas de roches vertes comme on les a observées dans le même ensemble de la nappe de Gador.

7. 6. Conclusions . Le problème des séries dites «alpujarrides »

En conclusion, on pourrait dire que les séries des deux nappes, telles qu'on les observe dans la Sierra de Gador, appartiennent à deux domaines paléogéographiques différents mais qu'il existe une parenté entre les séries observées dans la nappe de Gador, au NE de la région, et les séries observées dans les affleurements méridionaux de la nappe de Felix.

En annexe de ces considérations paléogéographiques, il reste à s'interroger sur des questions de terminologie. Les géologues hollandais, on l'a vu, considèrent les séries voisines de celles de la nappe de Felix (celles de la " nappe de Variegato " —C.G. EGELER et O. J. SIMON, 1969 a—) comme typiquement alpujarrides ⁽¹⁾. Ces séries, on s'en rend compte après l'étude de la nappe de Gador, sont différentes de celles de cette dernière. Le problème se pose donc de savoir s'il faut ou non considérer celles de la nappe de Felix comme alpujarrides, en suivant les auteurs de la deuxième Ecole hollandaise, et rattacher celles de la nappe de Gador à un autre ensemble. La question peut être tranchée historiquement en reprenant les définitions de la première Ecole hollandaise. Depuis J. WESTERVELD (1929), qui définit la nappe de Lanjaron - Gador, englobant la nappe de Gador, on peut considérer que les séries de cette dernière sont typiquement alpujarrides. C'est à cette définition que je me tiens. Il apparaît ainsi impossible que certaines parties de la Sierra de Gador soient rangées dans l'ensemble de Ballabona - Cucharon comme C. G. EGELER et O. J. SIMON (1969 a) l'ont envisagé ⁽²⁾.

Pour moi, les séries de la nappe de Gador représentent des séries alpujarrides typiques, par définition. Les séries différentes, représentées dans l'ensemble de Felix-Variegato qui surmonte la nappe de Gador, appartiennent à un autre domaine. De plus, je considère qu'entre la patrie alpujarride de la nappe de Gador et la patrie de la nappe de Felix, il n'y a pas de coupure paléogéographique brutale, mais un passage progressif dont on pourrait attendre la découverte de nouveaux jalons lors d'une étude détaillée des séries représentées surtout en Sierra de los Filabres. Il faudra revenir plus loin sur ces définitions pour savoir si elles doivent avoir un sens structural ou paléogéographique.

(1) Alpujarride vient de Alpujarra : la dépression qui court au pied méridional de la Sierra Nevada ou de Alpujarra : une partie de la Sierra Contraviesa (terme employé dans le langage régional mais qui ne figure pas sur les cartes officielles au 1/50 000e).

(2) J'avoue ne pas avoir réussi à comprendre complètement la démarche compliquée qui a poussé O. J. SIMON (1963, 1964, 1966 a) et C. G. EGELER et O. J. SIMON (1969 a et b) à défendre l'existence d'un nouveau domaine bétique à partir d'une région où les faits semblent prêter tellement à discussions et hésitations de la part de ces auteurs eux-mêmes qu'ils ne donnent pas de définition claire de cet ensemble.

8 — COMPARAISON AVEC DES SERIES VOISINES REPRESENTÉES A L'E DE LA SIERRA DE GADOR.

8.1. Dans la Sierra Alhamilla

8.1.1. Comparaison avec la série de Coto-Laisquez (Nijar)

L'écaïlle de la Mine de Coto-Laisquez, située au NW de Nijar, permet de réaliser des coupes détaillées dans une série constituée essentiellement par les éléments suivants ⁽¹⁾ de bas en haut (fig.112):

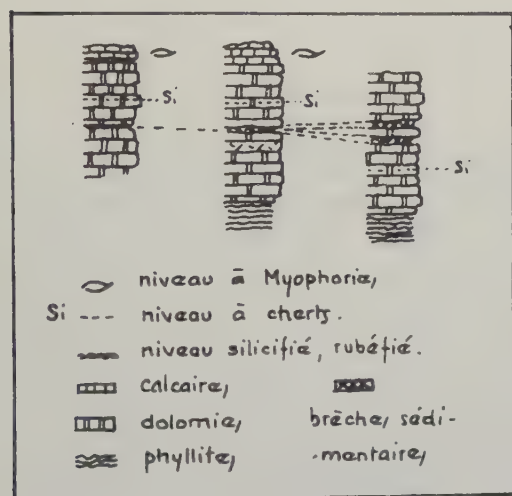


Fig. 112 — Ecaïlle tectonique de la Mine de Coto-Laisquez (NW de Nijar). Séries lithostratigraphiques observées.

- phyllites alpujarrides (t₁) mauves ou argentes (elles reposent sur des micaschistes, des quartzites ou des marbres que je range dans une unité tectonique inférieure ; c'est un problème sur lequel je reviendrai plus loin ;
- calcaires dolomitiques puis dolomies à stratifications souvent compliquées de glissement et de brèches intraformationnelles (t₂) ;
- dolomies, dolomies à cherts, dolomies à faciès "franciscaine" très peu développés ;
- brèches sédimentaires, passant latéralement à une zone oxydée et silicifiée ; discordances mineures (t₂) ;
- dolomies ; dolomies à cherts (t₂) ;
- calcaires, calcaires marneux, calcaires ferrugineux (t₃) ;
- calcaires marneux à Myophories (t₃) .

Au total, cette succession tout entière ne dépasse pas 100 à 140 m de puissance. On y retrouve les faciès à disposition d'ensemble de la nappe de Gador. La similitude de nature et de position des horizons à Myophories dans la nappe de Gador et dans cette écaïlle est très frappante. La position médiane de la masse dolomitique principale évoque, soit la nappe de Felix, soit la nappe de Gador, mais la présence de brèches intraformationnelles et du faciès "francis-

(1)

On trouvera dans le Tome II le contexte de cette écaïlle et des informations plus complètes sur sa série.

caine" peu développé font songer aux faits observés à l'E de la Sierra de Gador, dans les séries de la nappe inférieure (Gador). Un élément nouveau apparaît ici : l'horizon silicifié, ferrugineux, très tourmenté dans le détail qui supporte une brèche réduite représente très probablement un faciès de haut-fond ou peut-être même un niveau d'émersion.

Ces faits lithostratigraphiques m'ont conduit à envisager que la série de Coto-Laisquez appartient au même domaine que la nappe de Gador (J.P. JACQUIN, 1968). On verra plus loin qu'elle occupe la même position structurale ⁽¹⁾ c'est pourquoi je vois dans ce secteur, comme J. WESTERVELD (1929), le prolongement de la nappe de Gador, de l'autre côté du grand synclinal du Rio Andarax.

8.1.2. Comparaison avec la série observée à l'E de Nijar (versant méridional de la Sierra Alhamilla).

A l'E de Nijar, sous la bordure des formations néogènes, j'ai relevé une coupe (fig.113a) entre les km 4,6 et 5 de la route Nijar-Lucainena. Sur cette coupe, j'attribue les phyllites et la série carbonatée au même ensemble que celui qui est représenté de façon presque continue entre ce point et la mine de Coto-Laisquez, c'est-à-dire à la nappe de Gador.

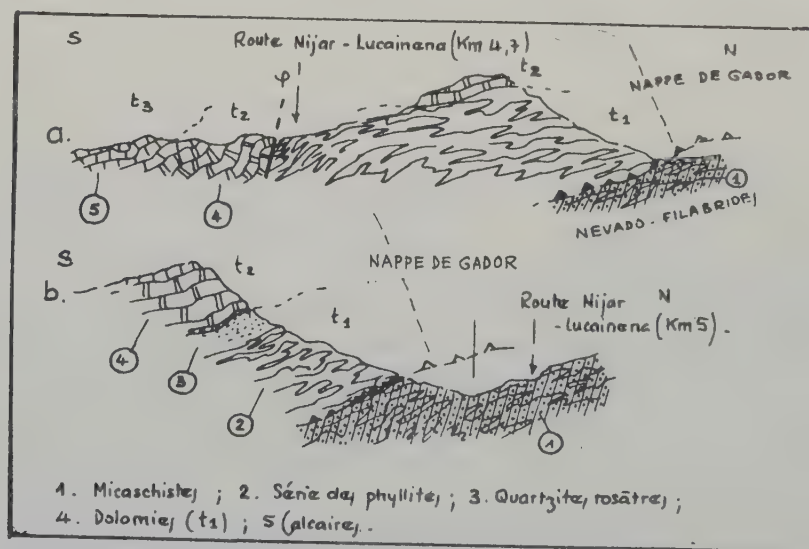


Fig.113. - Coupes relevées à l'E de la Sierra Alhamilla, le long de la route Nijar-Lucainena.

⁽¹⁾ C.G. EGELER et O.J. SIMON (1969 a, p. 45) semblent inclure les affleurements de ce secteur dans une "unité intermédiaire" qu'ils rangent "pour le moment encore, dans l'ensemble malaguide" puisqu'ils citent à propos des Malaguides les travaux de F. HIRSCH (1966) concernant, entre autres, l'étude d'échantillons de Myophories que j'ai récoltées au sommet de la série de Coto-Laisquez. Pour moi, dans la Sierra Alhamilla, il y a le prolongement de la nappe de Gador (lambeaux épargnés par l'érosion) surmontée localement par des affleurements attribuables à la nappe de Felix (rares klippes que je ne connais que sur la bordure septentrionale du massif, dans, ou sur le Néogène post-nappe -cf. chapitre précédent-).

Sur cette coupe, l'existence d'une faille escamote des quartzites (t₁) qui affleurent un peu plus à l'E (fig.113b). Sous ces quartzites et ces phyllites, il existe une zone écrasée mesurant environ deux mètres de puissance en-dessous de laquelle apparaissent des micaschistes à biotite et grenats puis des micaschistes graphiteux à tourmaline et muscovite.

H.P. ZECK (1968) a attribué l'ensemble de ces formations à une unité alpujarride, suivant en cela l'opinion générale des géologues hollandais. Pour moi, j'attribuerai la série de phyllites et de roches carbonatées à la nappe de Gador et les micaschistes à une unité tectonique inférieure (l'ensemble Névado-filabride), suivant en cela une interprétation voisine, déjà émise par P. FALLOT (P. FALLOT et al., 1960, p. 504). Plus loin, je reviendrai sur cette coupe à propos d'une synthèse à travers l'E de la Sierra Alhamilla.

8.1.3. Comparaison avec la zone de Lucañena de la Torres (extrémité occidentale de la Sierra Alhamilla, versant N.

Sous le Néogène plissé, parfois redressé à la verticale, voire renversé vers le N et déjà décrit par M. DURAND DELGA et J. MAGNE (1958) apparaissent des écailles à matériel permo-werfénien rouge, peu ou pas métamorphique, ainsi que des lambeaux comprenant des phyllites (entièrement métamorphiques), du gypse, des calcaires et des dolomies. Ces écailles reposent sur du matériel attribuable à l'ensemble Névado-filabride (par exemple les marbres ⁽¹⁾ de la rive gauche de la Rambla Honda, près de la route Nijar-Lucañena, cartographiés par H.P. ZECK, 1968). Il me semble logique de rattacher les écailles à phyllites entièrement métamorphiques, gypse, calcaires et dolomies, au même ensemble que les masses précédemment décrites à Coto-Laisquez et près de Nijar : la nappe de Gador ; H.P. ZECK (1968), d'après sa carte, les rattache aussi au Trias alpujarride qui affleure près de Nijar.

8.2. Comparaison avec des séries observées en Sierra Cabrera

A l'extrémité occidentale de la Sierra Cabrera, à l'ESE de Sorbas et entre le hameau los Molinos et la Rambla de las Magañas (voir fig.65) affleure une série d'unités superposées dont la plus méridionale et en même temps la plus basse est caractérisée par une série comprenant de bas en haut :

- des phyllites avec des lentilles de gypse et des niveaux ferrugineux ;
- des calcaires et des dolomies grises, massives, parfois bréchiques ;

(1) La base de ces marbres renferme des enclaves disposées suivant des lits étirés, qui pourraient être interprétés comme des galets de micaschistes remaniés dans la base des marbres. On observe un phénomène analogue près de Paterna del Rio (voir au chap. X).

Les faciès de cette unité rappellent par leurs caractères et leur développement la série de Nijar ou de Coto-Laisquez avec cette différence : ici, cette série attribuable au prolongement de la nappe de Gador (à première vue : on ne dispose pas de cartographie continue dans ce secteur), renfermerait du gypse, comme près de Lucaínena de las Torres.

Plus à l'E, il faut rappeler encore que dans la coupe relevée entre Carboneras et Mojacar, une série de phyllites et de quartzites pincée entre deux masses de micaschistes évoque par la répartition des quartzites dans les phyllites, ses teintes pâles et son degré de métamorphisme l'ensemble t_1 de la nappe de Gador (fig. 66).

8. 3. Conclusions tirées des comparaisons avec les séries observées dans les massifs internes, orientaux les plus proches (séries rattachées à la nappe de Gador)

J'ai volontairement limité les comparaisons dans cette direction pour deux raisons :

- il existe actuellement au-delà des secteurs déjà envisagés, de grandes zones non cartographiées ;

- au-delà de la Sierra Cabrera, sans passer par le bord N du Bassin néogène de Sorbas, les recouvrements néogènes du Bassin de Vera masquent les nappes bétiques. Celles-ci réapparaissent dans la Sierra de Almagro avec des séries assez différentes de celles que l'on connaît entre les méridiens de Mojacar et Motril, au S des sierras Nevada et de Los Filabres.

Pour tenter des comparaisons solides, il faudrait à mon avis rechercher tous les témoins alpujarrides affleurant au N de la route Almeria-Huercal-Overa et en analyser la composition lithostratigraphique. L'étroitesse du recouvrement néogène dans la région située entre los Giles et los Gallardos (route Almeria-Huercal-Overa) devrait permettre de faire assez facilement des corrélations avec les séries de la Sierra Cabrera. Faute de données sur cette zone, il me semble préférable de conclure ici.

A travers le grand synclinal à axe NS de la vallée du Rio Andarax, les analogies de faciès permettent de rattacher les séries Permo-triasiques (à phyllites et roches carbonatées bien développées) au prolongement oriental de la nappe de Gador, comme l'avait fait J. WESTERVELD (1929). La nappe affleure encore dans le secteur de Lucaínena de la Torres, à l'extrémité orientale de la Sierra Cabrera où sa base renferme des gypses et peut-être même jusque vers la côte méditerranéenne

entre Carboneras et en particulier dans le secteur étudié par H.E. RONDEEL (1965) et aux abords de Mojacar, les séries à épais niveaux carbonatés pourraient peut-être également lui être attribuées.

Dans tout le domaine méridional de la chaîne (Sierra Alhamilla, Sierra Cabrera), la nappe de Gador ne possède apparemment pas de semelle de mica-schistes anciens.

Finalement, il faut aussi rappeler que les séries observées en Sierra Alhamilla et Cabrera supportent souvent des lambeaux qui présentent, eux, des analogies peu discutables avec la nappe de Felix, ce qui est un argument supplémentaire pour considérer que dans ces secteurs, il y a bien deux nappes superposées dont la plus inférieure est alpujarride et la plus élevée l'ensemble que l'on pourrait appeler de "Felix - Variegato". Toutefois, il faut souligner deux points :

— dans ces deux sierras, la superposition tectonique entraîne la superposition de deux domaines paléogéographiques presque analogues : ici, les séries de la nappe de Gador ressemblent beaucoup à celles de la nappe de Felix ;

— d'W en E, à l'intérieur de la nappe de Gador, on passe à une région où les séries sont différentes ; faut-il admettre ou non que le qualificatif "alpujarride" peut être conservé à ces dernières ? C'est constater que le vocabulaire tectonique n'est pas adapté aux réalités paléogéographiques.

Dans la nappe de Gador, on retrouve un fait analogue à celui déjà observé dans l'ensemble de "Felix - Variegato" et l'Ensemble malaguide : une disposition d'ensemble en coin résultant cette fois de l'absence à la base de mica-schistes et de la réduction (lithostratigraphique) de la série de "couverture" (fig.114). Ce coin, se fermant vers l'E est lui-même tronqué, on l'a vu, à l'W par le contact de la nappe de Felix.

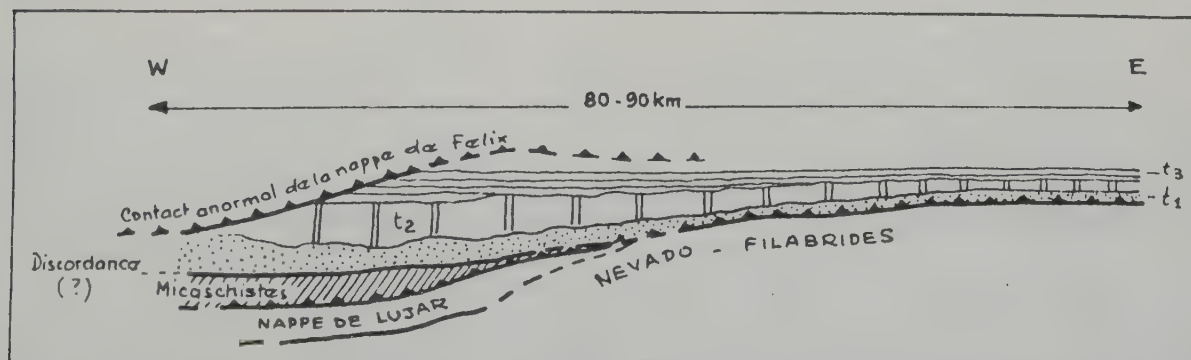


Fig. 114 .— Schéma montrant la forme générale de la nappe de Gador entre Berja et la Sierra Cabrera. (les épaisseurs sont exagérées).

9 - COMPARAISON AVEC DES SERIES REPRESENTEES A L'W DE LA SIERRA DE GADOR.

A l'W de la Sierra de Gador, au niveau de la Fuente Alta et de la basse vallée du Rio Grande de Adra, deux fois, la nappe de Gador se subdivise en deux masses qui se recouvrent de plus en plus en direction du N et qui ont été appelées Gador I et Gador II (J.P. JACQUIN, 1968 b) pour des raisons de forme géométrique et provisoirement, en attendant de voir apparaître la cartographie de zones plus occidentales. Cette cartographie est maintenant achevée (F. ALDAYA, 1969 b) et son examen révèle immédiatement une nouvelle difficulté considérable : au S de l'axe de la Sierra Contraviesa, les nappes alpujarrides ne sont guère représentées que par leur semelle de micaschistes. Ce fait, à lui seul, empêche presque complètement l'exercice d'anatomie comparée auquel j'ai invité le lecteur à participer jusqu'à présent.

Au N de la région étudiée, une difficulté d'un autre genre surgit : le Néogène du bassin d'Ugijar vient reposer presque jusque sur le matériel des Névado-Filabrides ; il ne laisse affleurer qu'une mince bande de phyllites à gypse et escamote le prolongement occidental de la nappe de Felix et de la série carbonatée de la nappe de Gador. La bande de phyllites, attribuable à la nappe de Gador, se poursuit par continuité cartographique dans la nappe de Castaras de F. ALDAYA (1969) ; or, pour cet auteur, la nappe de Castaras n'est représentée entre les méridiens de Motril et d'Adra, qu'au pied de la Sierra Nevada et n'existe pas au S de la Sierra Contraviesa.

Ces tentatives de comparaison avec le domaine occidental voisin immédiat de la Sierra de Gador, posent encore une fois, au niveau de la nappe de Gador, des problèmes qui ne pourront être résolus qu'à l'aide d'une vision d'ensemble. Aussi, comme dans le cas de la nappe précédente (Felix), j'en traiterai plus loin. Sans régler ces problèmes, il serait prématuré de tenter des comparaisons avec des éléments situés au-delà du Rio Guadalfeo : ce serait, à ce point de l'exposé, se livrer à des corrélations à longue distance discutables dans ce domaine des chaînes bétiques, ce qui est opposé à l'idée de base des géologues C. G. EGELER et O. J. SIMON (1969 a) qui consiste à penser que les grands ensembles tectoniques et paléogéographiques sont relativement continus d'E en W le long de la chaîne. Les faits qui viennent d'être exposés (ne serait-ce que dans le domaine restreint de la Sierra de Gador) sont là pour prouver que les changements de faciès sont rapides à tous les niveaux des nappes et qu'ils ne sont pas organisés parallèlement aux limites tectoniques actuelles, au moins à travers le secteur étudié ici.



CHAPITRE IX

LA NAPPE DE LUJAR ⁽¹⁾

1 - INTRODUCTION

Bien que l'affleurement de la nappe de Lujar, représenté dans le secteur cartographié n'appartienne pas à la Sierra de Gador mais plutôt à la Sierra Contraviesa, qui viendrait se terminer dans la dépression de Berja par un relief massif incliné vers l'E, il a fallu que je m'y intéresse pour comprendre les relations entre les problèmes miniers propres à ces deux nappes.

En Sierra de Lujar, ces problèmes ont été étudiés par J. BOULIN et al. (1966) et H. LEROY (1967). Il fallait, à l'E de la Sierra de Gador, contrôler les vues de J. WESTERVELD (1929) qui se sont avérées parfaitement exactes : la nappe de Gador se moule sur la nappe de Lujar dans un secteur compris entre Turon, Beninar et Berja.

Je ne me suis pas livré à des analyses de détail dans la série de la nappe de Lujar sur ce secteur, sachant que F. ALDAYA en faisait une partie de l'objet de sa thèse. Je ne reprendrai donc ici que des données bibliographiques dont l'exposé n'aura d'autre but que celui de situer les problèmes miniers dans leur cadre régional aussi complet que possible. L'exposé de cet essai de mise au point sur la nappe de Lujar m'a paru indispensable puisqu'il faudra, plus loin, tenter des comparaisons entre les minéralisations des différentes nappes en donnant au lecteur la possibilité de les juger en toute connaissance de cause.

(1)

Ce chapitre a été complètement revu après consultation de la Thèse de F. ALDAYA (1969 b).

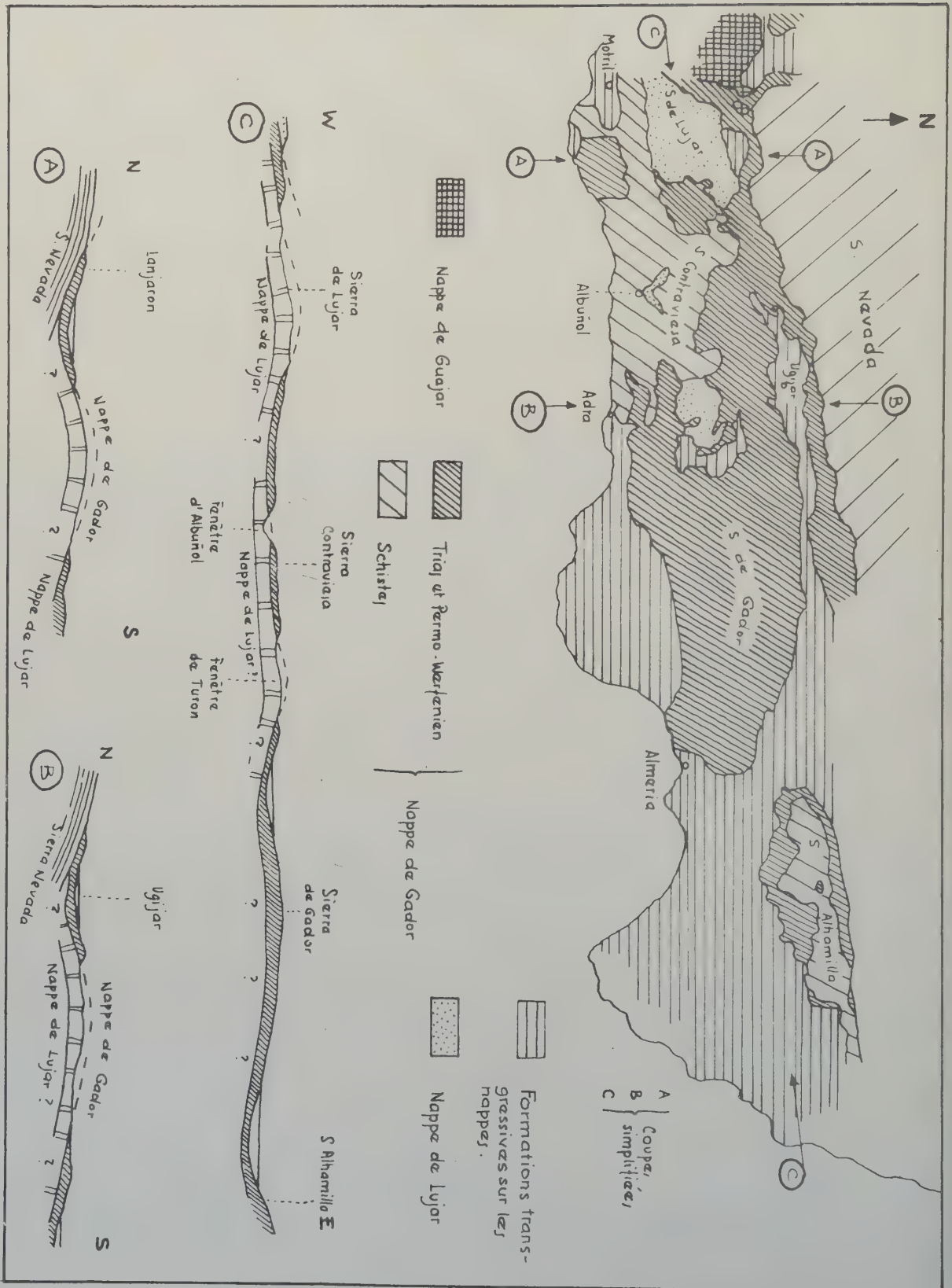


Fig. 115. — D'après J. WESTERVELD (1929) : les nappes internes entre Motril et l'E de la Province d'Almería.

2 — LA NAPPE DE LUJAR : ELEMENT ALPUJARRIDE PAR DEFINITION .

La nappe de Lujar a été définie dans la Sierra de Lujar (R.W. van BEMMELEN, 1927), puis reconnue encore dans la fenêtre d'Albuñol (J. WESTERVELD, d'après J. BOULIN, (1968), l'aurait découverte), dans les fenêtres de Cerron et de Turon (J. WESTERVELD, 1929, fig. 115) et de nouveaux jalons ont été signalés récemment dans les petites fenêtres de la Rambla Huarea (J. P. JACQUIN, 1968 et F. ALDAYA, 1969 a et b). Les géologues hollandais, élèves de H.A. BROUWER, l'ont considérée comme alpujarride.

Jusqu'aux travaux de F. ALDAYA (1968, 1969) et à la synthèse hollandaise (C.G. EGELER et O.J. SIMON, 1969 a), cette nappe devait donc être considérée comme un des éléments alpujarrides — type de l'édifice de nappessitué au S de la Sierra Nevada. F. ALDAYA (1969 b, p. 291, et 1969 a), suivant les idées de L. LEINE (1966) et surtout de C.G. EGELER et O.J. SIMON (1969 a) extrait cette nappe de l'Ensemble alpujarride pour en faire également un élément tectonique plus bas et donne dès 1968 une série d'arguments pour justifier cette distinction ; ce sont les suivants :

- il existe des phyllites dans la série carbonatée de la nappe de Lujar (dans sa thèse (1969 b), pour ce même auteur, il s'agirait plutôt d'argilites métamorphiques) ;

- la nappe de Lujar repose directement sur les Névado-Filabrides, comme les ensembles inférieurs distingués plus à l'E par l'Ecole Hollandaise (toutefois dans sa thèse, F. ALDAYA insiste sur le fait qu'on ne voit jamais reposer la nappe de Lujar sur les Névado-Filabrides).

D'autres arguments viennent ensuite qui, si l'on s'en tient aux définitions de la première Ecole hollandaise, peuvent être retournés contre le fait de séparer cette nappe de l'ensemble alpujarride :

- la série carbonatée de la Sierra de Lujar n'est pas plus épaisse que celle de la nappe de Gador ou celle de la nappe de Castaras (voir sa définition au chapitre XI) ;

- la fréquence des minéralisations dans la nappe de Lujar n'est pas plus grande que dans la nappe de Gador ;

- les roches vertes interstratifiées dans la série carbonatée ne sont pas plus fréquentes dans cette nappe que dans la nappe de Gador et il y a aussi de ces roches dans d'autres grands éléments tectoniques bétiques ;

— s'il y a du gypse dans la série carbonatée de la nappe de Lujar, il y en a aussi dans celle de la nappe de Gador ;

— la tectonique interne, intense, dans la nappe de Lujar, existe aussi dans d'autres nappes.

Cette discussion pourra paraître de la polémique autour d'une terminologie. Les raisons que j'ai évoquées au chapitre précédent montrent que ce n'est pas le cas. Avant d'en finir avec ce problème, il faut rendre hommage à F. ALDAYA (1968) qui a tenté d'énumérer clairement ses arguments. Il en ressort, à mon avis, qu'il faut en rester à la notion de nappes alpujarrides, telle qu'elle avait été définie par la première Ecole hollandaise, et continuer à considérer la série de Lujar comme une des séries alpujarrides typiques.

Bien que le dernier en date, ce problème n'est pas le seul au sujet de cette nappe et plus particulièrement au sujet de son affleurement dans la Sierra de Lujar où il s'agit de savoir si, dans cette Sierra, la série est normale ou inverse.

3 — SENS DE LA SERIE DE LA NAPPE DE LUJAR (EN SIERRA DE LUJAR) .

Avant A.H. BANTING (1933), ce problème ne semble pas s'être posé. Cet auteur a été le premier à envisager la série de la nappe de Lujar comme une série inverse représentant le flanc inférieur d'un grand anticlinal complexe couché vers le N. Cette idée de série inverse a été reprise plus tard différemment par J. BOULIN (1964) qui pensa à l'existence possible ("peut-être" dit-il), d'un grand pli couché vers le S dans la Sierra de Lujar. Le même auteur (1966) nous dit qu'il "semble bien" que ce pli existe (fig.116c). La même année, à l'occasion d'une étude consacrée à une partie de cette Sierra et à ses minéralisations, J. BOULIN, P. DIMPAULT DARCY et H. LEROY, (1966) sont "conduits à admettre" l'existence de la série renversée (après une étude des contacts périphériques de la nappe) et trouvent des arguments supplémentaires en faveur de cette thèse dans des faits sédimentologiques particuliers (en rapport avec la situation des minéralisations dans la succession lithologique). H. LEROY (1967) a admis définitivement le renversement. P. DIMPAULT DARCY, H. LEROY et Th. JUTEAU (1968) utilisent eux aussi le schéma structural de la Sierra élaboré par J. BOULIN (1966). F. ALDAYA (1968) reprend l'étude de la périphérie de la Sierra et opte de nouveau en faveur d'une série normale. Entre les publications de J. BOULIN (1964) et J. BOULIN et al. (1966), puis H. LEROY et P. DIMPAULT DARCY et al. (1968), une lecture attentive fait songer à un certain phénomène d' "autoconviction" progressive de la part de ces derniers auteurs puisqu'ils adoptent le schéma de J. BOULIN (1966) alors que celui-ci, dans sa thèse (p. 328), considère la série de la nappe de Lujar (dans la Sierra de Lujar) comme renversée et "peut-être le flanc inverse

d'une structure anticlinale couchée dont l'unité de l'Escalate serait le flanc normal".

Les travaux de F. ALDAYA (1968) méritent que l'on s'y attarde encore une fois. Sur la question de savoir si la série est normale ou renversée, les arguments qu'il apporte ne sont pas convaincants (l'auteur le dit lui-même) lorsqu'ils concernent les données paléontologiques ou les faits observables au contact entre la série des phyllites et la série carbonatée (recouverte par la première au S et au SW de la Sierra). Par contre, très justement, l'auteur éprouve le besoin d'envisager le problème à l'échelle régionale et reconnaît que dans les fenêtres plus orientales le contact de base des phyllites recoupe très souvent les plis de la série carbonatée et que les plis de détail observés dans la série des phyllites sont déversés vers le N dans la zone qui serait le flanc normal du pli couché vers le S ; pour lui, ces deux arguments sont en faveur de l'existence d'un contact anormal entre les deux séries. L'hypothèse des plis couchés lui paraît devoir être rejetée pour ces deux raisons et dans son esprit, il semble que l'absence de pli couché implique automatiquement l'absence de série inverse, ce qui n'est pas forcément vrai. En fait, seule l'existence du contact anormal paraît démontrée.

Actuellement, les choses en sont là : le pli couché vers le S ou vers le N semble peu vraisemblable et la position de la série de la nappe de Lujar dans cette Sierra reste discutable. Sur ce dernier point, on peut s'étonner du fait qu'aucune tentative de résolution du problème n'ait porté sur l'étude de détail de la série carbonatée elle-même (il n'existe pas de cartographie complète au 1/50 000 e) pour reconnaître sa structure de détail dont on sait seulement qu'elle est affectée de grands plis bien visibles sur le flanc septentrional de la Sierra (Barranco de los Hornos en particulier). Des critères de polarité semblent exister dans cette série carbonatée : par deux fois, j'ai eu l'occasion de faire une tournée rapide dans la mine de Lujar où l'on trouve des brèches et des "Franciscaines" identiques à celles de la nappe de Gador qui peuvent à mon avis fournir des indications sur la polarité de la série (J.P. JACQUIN, 1966). Par la suite, au cours d'une visite dans la même mine, en compagnie de MM. A. BERNARD et C.B. PITRE, il a été reconnu l'existence d'une surface rubéfiée et ravinée qui pourrait elle aussi, replacée dans un contexte structural détaillé, apporter des éclaircissements sur le problème du sens de la série ⁽¹⁾.

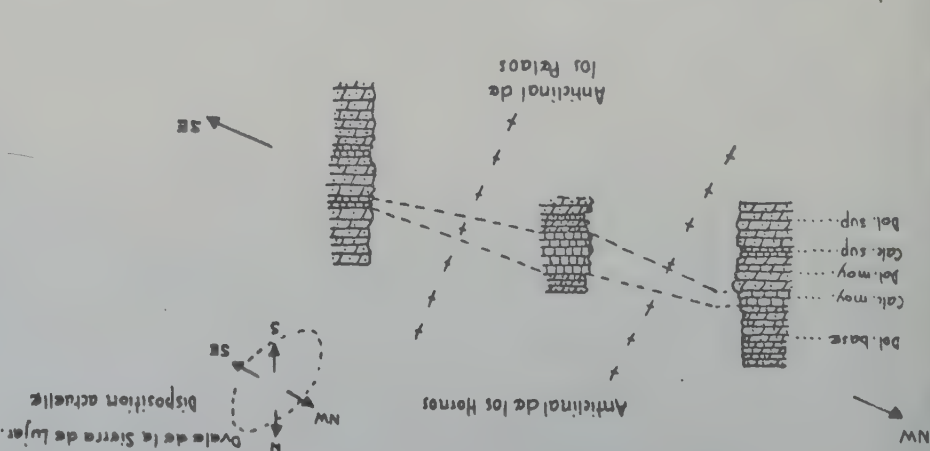
Lorsqu'on n'a pas parcouru longuement les sentiers de cette Sierra, on peut s'interroger encore sur la signification de l'affleurement de quartzites bien observables le long de la route allant d'Orgiva à Castaras (fig.117) : ces quartzites, franchement métamorphiques, sont surmontés par des calcschistes puis des dolomies non métamorphiques. Ceci évoque tout à fait la base d'une série alpujarride (limite - t_1/t_2) plutôt qu'une intercalation de quartzites dans la série carbonatée

⁽¹⁾ La publication des travaux de C.B. PITRE en Sierra de Lujar apporterait certainement des documents précieux sur l'ensemble des problèmes posés par la nappe de Lujar.

D. Schéma lithostratigraphique tiré de description fournie, par J. BOULIN et al. (1966) p. 587 et 588. (Reconstitution)

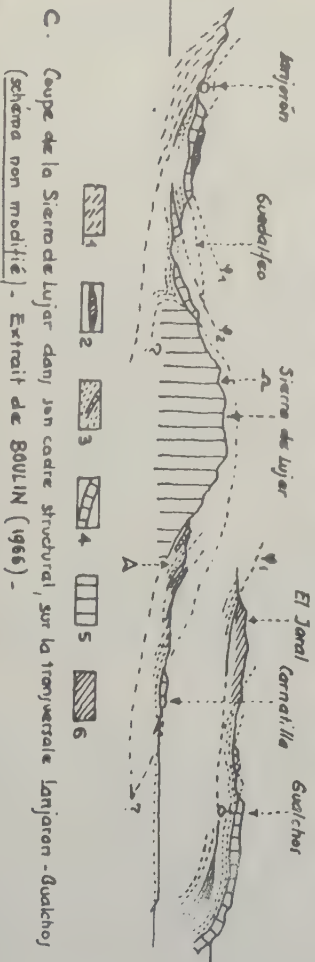
Calcaires à intercalations dolomitiques, Dolomies massives grises, brunes ou noires, "Franckelaine", Brecht- kalken.	DOLOMIES SUPERIEURES	50 50	
Calcaires massifs gris et calcaires marneux en plaquettes	CALCAIRES SUPERIEURES	30 70	
Cals siliceux	DOLOMIES MOYENNES	0 50	
Calcaires marneux modérés ou vermiculeux	(CALCAIRES) MOYENS	70 200	
Calcaires sublithographiques			
Brèches intraformationnelles dolomites, noires et ferrugineuses	DOLOMIES BASALES	100 200	VERGADREU SUPERIEUR, LABINEN?
Calcaires modérés bleus, "Franckelaine"			
Calcaires marneux en plaquettes			
Dolomies à gros grain			
Dolomies à joints anguleux			
Calcaires marmorés			
Schistes sericiteux et quartzites intercalés.	ROCHES VERTEES INTERCALÉES		
	CALCAIRES DE BASE	0 180	VERGADREU VIRGADREU
		250 650	WEREVIEN

b. Reconstitution schématique des variations de faciès observées par J. BOULIN et al. (1966). D'après le texte des pages 589 et 590.
Sur les trois colonnes, la série est représentée à l'envers suivant ainsi l'hypothèse de ces auteurs. L'orientation de l'axe du renversement n'étant pas donnée par ceux-ci, il est difficile d'imaginer la disposition paléogéographique primitive de ces trois séries.



LEGENDE.

1. Schistes cristallins de la Sierra Nevada et de la Mischungszone;
2. micacésites, à muscovite; 3. schistes et quartzites sericiteux et chloriteux à passes calcaires interstratifiées et à gypse; 4. roches carbonatées, trinitiques en série normale; 5. roches carbonatées trinitiques en série inverse (unité de Lujar de R.W. van Bemmelen); 6. schistes cristallins anciens, à biotite et à grenats.



C. Coupe de la Sierra de Lujar dans un cadre structural, sur la transversale Lanjaron-Guadalejo (schéma non modifié) - Extrait de BOULIN (1966) -

Fig. 116. - Données tectoniques et lithostratigraphiques concernant la nappe de Lujar, dans le cadre de la Sierra de Lujar.

(interprétation de F. ALDAYA, 1969 b, sur sa carte au 1/50 000^e où cet affleurement est l'un des quatre du même genre pour toute la nappe de Lujar).

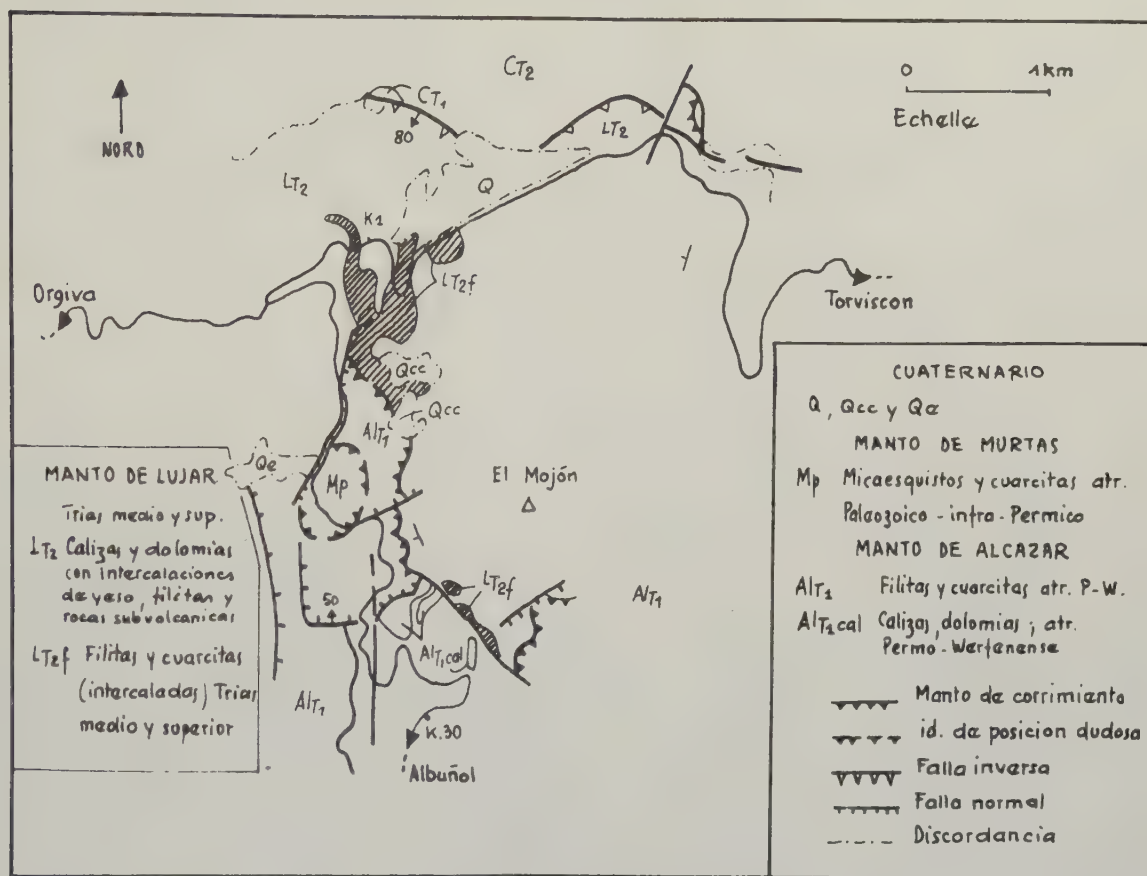


Fig.117 .- Affleurements de quartzites sur la bordure orientale de la Sierra de Lujar.

Toutes les données lithostratigraphiques existant à propos de cette nappe ayant été relevées dans la Sierra de Lujar, il faudra donc les examiner ici avec beaucoup de prudence et penser sans cesse à les envisager à l'endroit ou à l'envers.

4 - LA SERIE LITHOSTRATIGRAPHIQUE DE LA NAPPE DE LUJAR, DANS LA SIERRA DE LUJAR .

4. 1. La série- type, prise en Sierra de Lujar

Les données fournies par J. BOULIN, P. DIMPAULT DARCY et H. LEROY (1966) permettent de reconstituer une colonne lithostratigraphique telle qu'elle

apparaît sur la fig. 116 a. Sur la même figure, j'ai représenté les variations qu'ils ont notées dans la série (fig. 116b).

4. 2. Les variations latérales (en Sierra de Lujar)

H. LEROY (1967) apporte des précisions supplémentaires concernant les variations au sein de la série de la nappe de Lujar, dans un domaine situé sur la moitié septentrionale de la Sierra du même nom (fig.118). Pour cet auteur, ces variations correspondent à cinq zones paléogéographiques différentes, dont les axes sont actuellement orientés SW – NE.

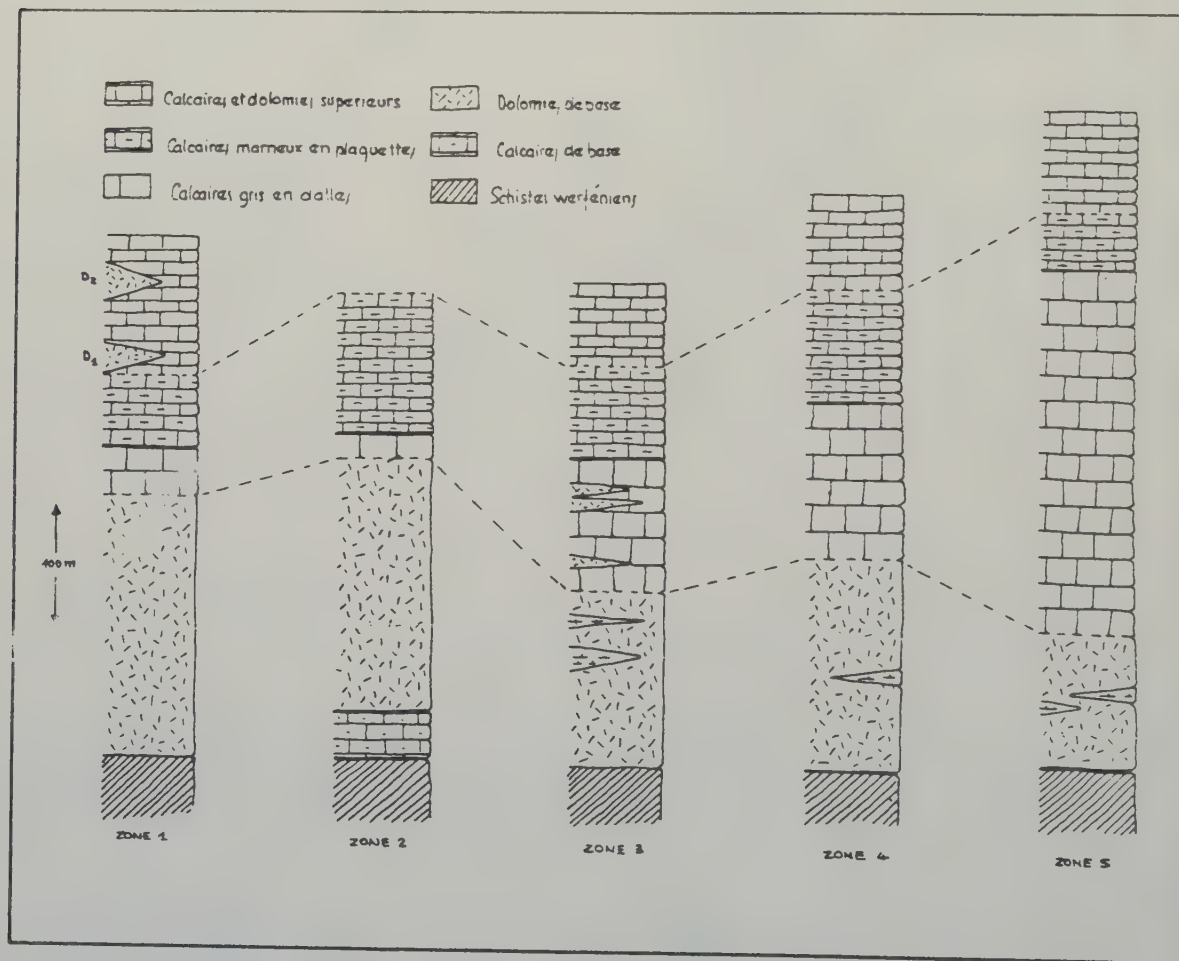


Fig. 118. — Série lithologique des cinq zones définies en Sierra de Lujar (par H. LEROY, 1967).

Dans l'hypothèse du renversement de la série que H. LEROY avait adoptée, il aurait été intéressant de chercher à quelle direction primitive ces variations correspondaient. Bien que l'auteur ne se soit pas préoccupé de le savoir (du moins, il n'en parle pas), on peut penser qu'il envisageait l'orientation de l'axe du renversement comme SW - NE puisqu'il dit que les plis de détail de la Sierra de Lujar se sont greffés sur les anciennes directions paléogéographiques (fig.119). Si l'on envisage un axe de renversement orienté différemment, l'orientation primitive des directions paléogéographiques n'est pas conservée intacte et toutes les suppositions restent possibles quant à cette orientation primitive.

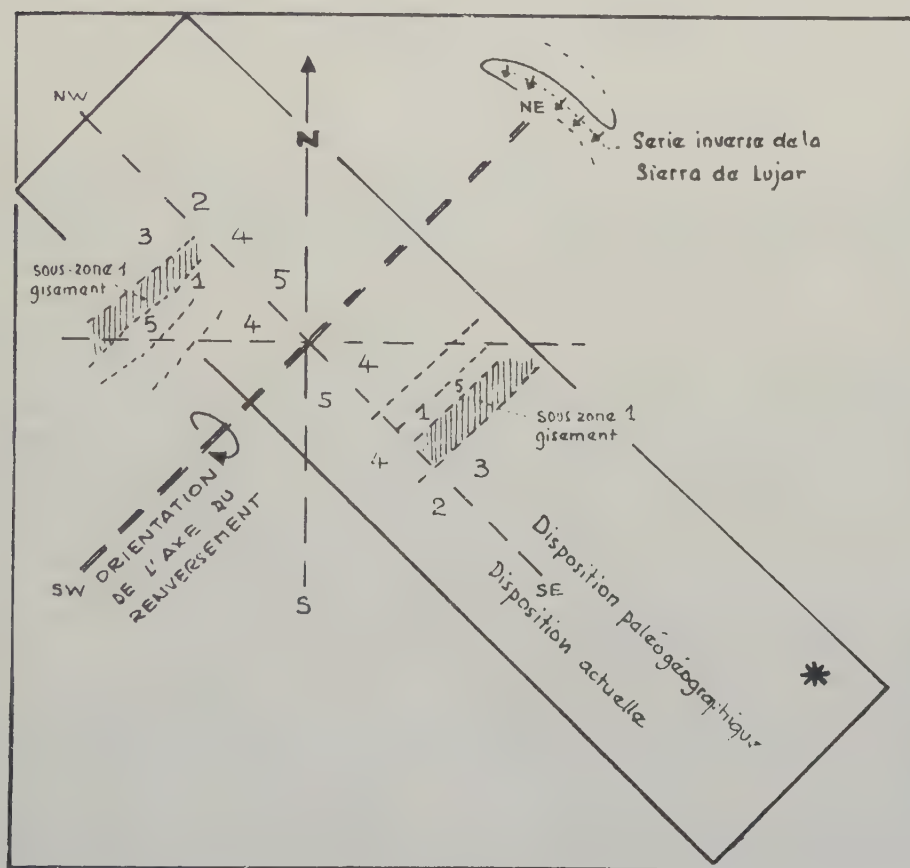


Fig. 119. — D'après les données fournies* par H. LEROY (1967, p.47), reconstitution de l'axe de renversement de la série de Lujar.

1, 2, 3, 4, 5 : zones lithologiques. (voir fig. n°118).

On voit que les tentatives de comparaison avec d'autres séries alpujarrides, déjà envisagées par H. LEROY mais sans qu'il précise avec lesquelles⁽¹⁾, sont encore compliquées par cette inconnue.

(1)

A l'époque, à ma connaissance, il n'y avait aucune description détaillée des séries carbonatées alpujarrides voisines qui aurait permis de la faire.

Dans ces conditions, il faut effectuer la même démarche que celle de F. ALDAYA (1968) et utiliser les descriptions des chapitres précédents pour tenter de résoudre ces problèmes. Je vais donc comparer les données lithostratigraphiques concernant la nappe de Lujar (dans la Sierra de Lujar) avec celles qui ont été relevées dans la nappe de Gador, puisque les deux nappes peuvent être considérées comme alpujarrides, par définition et qu'elles semblent bien avoir, au moins à première vue, des séries carbonatées voisines.

5 - COMPARAISON DES SERIES DE LA NAPPE DE LUJAR ET DE LA NAPPE DE GADOR.

La première chose qui frappe lorsqu'on rapproche les colonnes lithostratigraphiques de ces deux nappes, c'est leur puissance très voisine et que les variations de cette puissance sont du même ordre dans les deux nappes, d'après les résultats obtenus en Sierra de Gador et les chiffres donnés par J. BOULIN et al. (1966).

Avant de tenter des comparaisons qui ne pourront que se cantonner aux grandes lignes, compte tenu de la distance qui sépare la terminaison occidentale de la Sierra de Gador et de la Sierra de Lujar, il faut noter aussi quelques renseignements tirés de l'examen des fenêtres de Turon, de la Rambla Huarea et d'Albuñol.

5.1. La série de Lujar, au S des gorges du Rio Grande de Adra

En remontant de la Fuente de Marbella jusqu'à la moitié des gorges du Rio Grande de Adra, là où le Rio est encaissé dans la série de la nappe de Lujar, on observe les faits suivants :

- dans les environs de la Fuente de Marbella affleurent des phyllites bleu-tées et des quartzites rose pâle, appartenant à la nappe de Gador ; localement, ils supportent encore des témoins de leur couverture carbonatée (probablement laminée et érodée). Cet ensemble (t_1) repose sur des calcaires à pendage S-SE appartenant à la nappe de Lujar ;

- sous le contact anormal, on traverse d'abord une puissante série calcaire montrant de nombreux replis internes et rappelant par ses faciès l'ensemble t_3 défini dans la nappe de Gador, puis on pénètre dans des faciès dolomitiques et calcaires où les dolomies sont de plus en plus abondantes, rappelant t_{2b} . Ce t_{2b} présumé renferme des dolomies à faciès "franciscaine" et des intercalations de calcaires noduleux à joints rouges analogues à ce qui existe à l'W de la Sierra de

Gador, dans la zone de la Estrella. Par comparaison avec ce qui a été reconnu dans la nappe de Gador, la série serait donc, ici, normale.

5. 2. Les faciès de la fenêtre la plus méridionale de la Rambla Huarea

Au N du village du Pozuelo (à l'W d'Adra, fig.120), sous un complexe de micaschistes que F. ALDAYA (1969 b) rattache à sa nappe de Murtas ⁽¹⁾, affleurent, au sommet, un ensemble de phyllites et, plus bas, un ensemble carbonaté. L'ensemble carbonaté, compte tenu des jalons voisins reconnus par F. ALDAYA (1969 b), peut être raccordé sans doute à la nappe de Lujar. Ce même auteur considère que l'ensemble de phyllites appartient à sa nappe d'Alcazar ⁽¹⁾.

Dans l'ensemble carbonaté, les faciès rappellent ceux que l'on peut observer dans l'ensemble t_3 de la nappe de Gador et on verra que les phyllites pourraient être attribuées à la nappe de Gador. On aurait donc, ici encore, des faciès carbonatés terminaux, alpujarrides à l'affleurement.

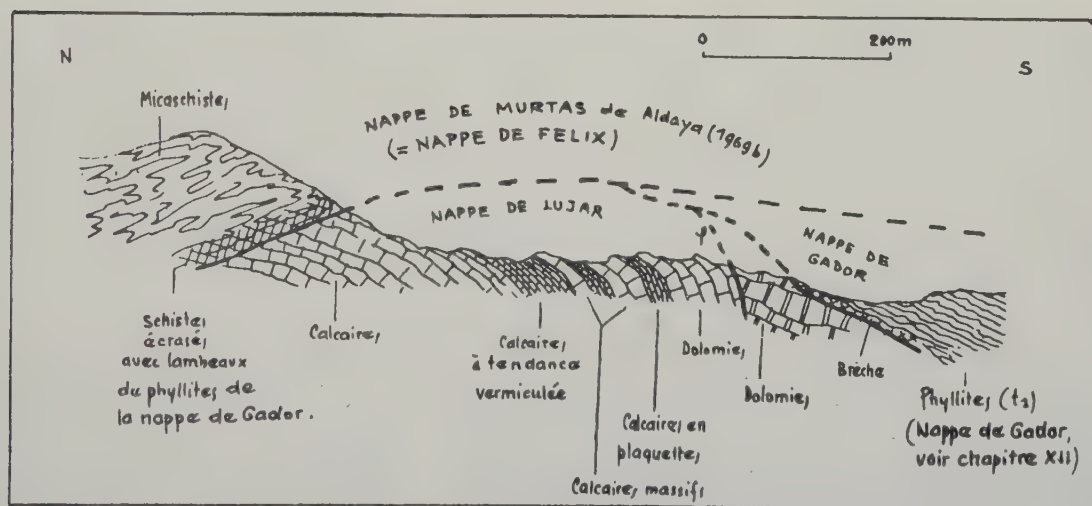


Fig. 120. — Fenêtre la plus méridionale de la Rambla Huarea : faciès et interprétation proposée (coupe de la rive gauche).

(1)

F. ALDAYA (1969 b) reconnaît dans les Sierras de Lujar et Contraviesa un édifice comprenant de bas en haut la nappe de Lujar, la nappe de Castaras (représentée seulement au N de la région), la nappe d'Alcazar coiffant les deux précédentes, la nappe de Murtas et la nappe d'Adra (représentée seulement au S de la région).

5.3. Situation de quelques faciès significatifs dans la fenêtre d'Albunol

Dans le but de comparer de proche en proche les roches carbonatées situées sous les contacts, j'ai levé une coupe partielle dans la branche orientale de la fenêtre d'Albunol (fig.121).

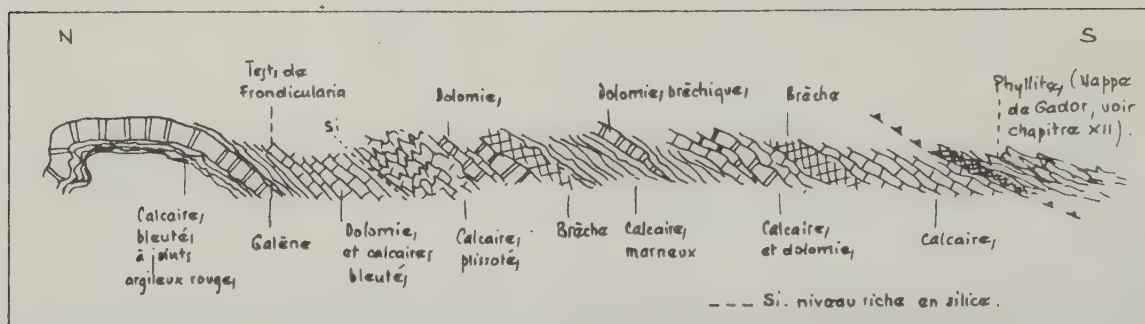


Fig.121. - Coupe relevée dans la partie méridionale de la branche orientale de la fenêtre d'Albunol (schématisée).

L'étude de cette coupe a montré la présence de niveaux calcaréo-dolomitiques à accident siliceux situés sous une puissante série de calcaires. Sous ces niveaux à silice, des bancs calcaires massifs, gris clair et gris foncé, ont montré en lame mince des tests mal conservés mais attribuables sans aucun doute au genre *Frondicularia*. Sous ces horizons, apparaissent des dolomies massives entrelardées de calcaires à joints rouges. L'un des horizons dolomitiques renferme de la galène. Au-dessus des niveaux à silice se situent plusieurs horizons de brèches intraformationnelles (s'agit-il des brèches citées par F. ALDAYA, 1967 ?).

L'ensemble des faciès (les brèches mises à part) et la présence de Foraminifères évoquent très exactement le passage de la série t_{2b} à la série t_3 dans la nappe de Gador. De plus, leur ordre permet d'affirmer, à mon avis, que la série est ici normale compte tenu des plis de détail qui l'affectent.

Cette conclusion, rapprochée du fait que cette branche de la fenêtre d'Albunol n'est séparée de la Sierra de Lujar que par un peu plus de dix kilomètres me paraît être un fort argument pour considérer la série de la Sierra de Lujar comme normale : on voit mal comment, dans le contexte régional, sa série pourrait se renverser complètement sur une aussi courte distance. Plus loin, lorsqu'il s'agira de faire de nouvelles comparaisons, je considérerai la série comme normale.

5. 4. Comparaison avec la nappe supérieure : la nappe de Gador

Le simple rapprochement des données fournies par H. LEROY (1967) reportées sur la fig.118 et des colonnes relevées dans la nappe de Gador, montre que les comparaisons fines sont impossibles, faute de détails plus complets dans les séries de la nappe de Lujar. Seule, la description donnée par J. BOULIN et al. (1966) pourrait être utilisée dans ce but. D'après leurs données, j'ai reconstitué les colonnes correspondant au plus grand et au plus faible développement observés dans la série. Malheureusement, ces deux colonnes ne fournissent pas la position des intercalations de roches vertes et ne mentionnent aucune intercalation de gypse ou de phyllites dans la série carbonatée. F. ALDAYA (1969b) donne une colonne lithostratigraphique de la série de Sierra de Lujar (Annexe n°3 de sa thèse) où figurent les intercalations de gypse, de roches vertes, de phyllites et de quartzites, mais cette colonne est tellement succincte à propos des faciès carbonatés qu'elle ne peut être comparée à celles de J. BOULIN et al. (1966) ou de H. LEROY (1967) : sa légende ne permet pas de savoir où se situent les masses calcaires ou dolomitiques.

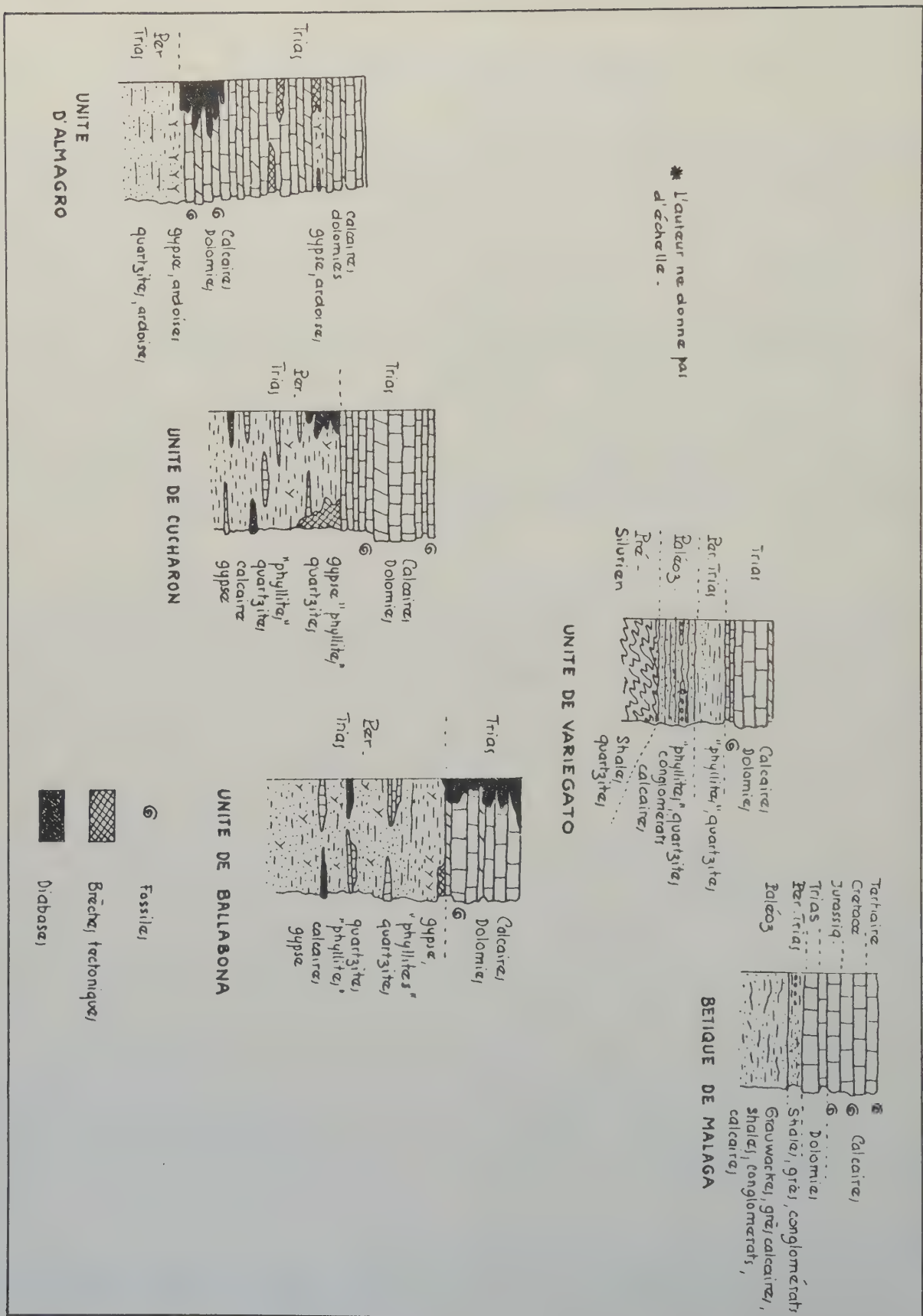
Devant l'hétérogénéité des données, on ne peut plus que tenter des comparaisons dans les grandes lignes et faire un raisonnement par l'absurde. Partant du principe que la série de la nappe de Lujar est une série alpujarride-type, il faut noter que sa série carbonatée renferme, comme celle de la nappe de Gador et sur une épaisseur comparable :

- des roches vertes,
- du gypse,
- des dolomies de faciès variés ("franciscaine", entre autres, et on verra l'importance de ce fait dans le Tome II), en masses entrelardées de calcaires à faciès noduleux.

Ces faits suffisent à opposer cette série carbonatée à celle de la nappe de Felix aussi bien qu'à celle de la nappe de Variegato (O.J. SIMON, 1963, et C.G. EGELER, et O.J. SIMON, 1969 a) qui toutes deux sont moins puissantes et ne renferment ni gypse, ni roches vertes. Par contre, on serait tenté de la rapprocher des séries des unités de Ballabona, de Cucharon, ou surtout d'Almagro (O.J. SIMON, 1963) et les comparaisons avec ces trois colonnes (fig.122) doivent s'arrêter là, faute de détails concernant le contenu de leur série carbonatée ⁽¹⁾. Malgré la grossièreté de ces comparaisons, je pense qu'il faut donc bien considérer au

(1) Les géologues hollandais et espagnols ont déjà souligné cette parenté à plusieurs reprises (L. LEINE, 1966; C.G. EGELER et O.J. SIMON, 1969 a; F. ALDAYA, 1969b).

Fig. 122. — Lithostratigraphie des unités tectoniques reconnues en Sierra de Almagro par O. J. SIMON (1963) (séries extraites de O. J. SIMON (1963), fig. 3).



moins l'unité d'Almagro de O. J. SIMON (1963) comme typiquement alpujarride, ce qui ne signifie pas nécessairement dans mon esprit que leurs séries soient nées dans un même domaine paléogéographique.

Quant aux séries des nappes de Lujar et de Gador, très comparables, elles pourraient être nées dans un même domaine paléogéographique ou dans deux domaines équivalents, voisins.

Et finalement, on ne peut que donner au lecteur une planche où figurent toutes ces données, afin qu'il puisse rester juge lui-même de cette discussion (fig.123).



CHAPITRE X

LES NEVADO - FILABRIDES

1 - INTRODUCTION

L'ensemble névado-filabride n'affleure pas dans le périmètre objet de cette étude mais tout le long de sa bordure septentrionale, sur le flanc méridional de la Sierra Nevada (où vient s'appuyer la nappe de Gador).

Pour replacer les nappes représentées dans la Sierra de Gador dans un contexte aussi complet que possible, j'ai levé quelques coupes dans les névado-filabrides et, à l'occasion, recueilli quelques informations qu'il m'a paru utile de rassembler ici parce qu'elles étaient susceptibles d'éclaircir les problèmes géologiques et miniers que je devais tenter de résoudre (étudiés dans le Tome II).

2 - RESUME DES DONNEES RECENTES SUR LES NEVADO - FILABRIDES .

Au-dessus des schistes sombres de l'anticlinal complexe de la Sierra Nevada et sous l'ensemble alpujarride affleurent de façon discontinue, des formations attribuées par H.A. BROUWER (1926) à la "Mischungszone" ⁽¹⁾. L'opinion actuelle est unanime pour reconnaître en elles la partie supérieure d'un ensemble complexe et puissant : les Névado-Filabrides (C.G. EGELER, 1963 et M. DURAND DELGA, 1963). L'image de la "Mischungszone" constituant une enveloppe quasi continue autour du "cristallin de la Sierra Nevada" telle qu'elle apparaissait encore il y a quelques années, doit être abandonnée depuis les recherches remarquables conduites dans ce domaine par P. FALLOT et al. (1961) et par les géologues de l'équipe hollandaise dont la synthèse a été faite récemment par C.G. EGELER et O.J. SIMON (1969 a). Il semble que les définitions données par ces derniers auteurs au

(1)

Pour la naissance de ce terme et son évolution, on pourra se reporter à J. BOULIN (1968) qui en fait l'historique.

sujet du contenu des Névado-Filabrides doivent être retenues. Il convient de les résumer ici : les Névado-Filabrides sont constitués par le "cristallin de la Sierra Nevada" et la "Mischungszone" ; localement, ce complexe peut être subdivisé en plusieurs unités tectoniques superposées.

Le "cristallin de la Sierra Nevada" renferme une série monotone de micaschistes graphitiques (souvent à grenat) et de quartzites ; il constitue la masse principale du complexe et affleure très largement dans la Sierra Nevada.

La "Mischungszone" ou "complexe hétérogène" est formée de "micaschistes" (à carbonates, à amphiboles, à grenat), de quartzites, de marbres micaschés, de divers types de roches amphiboliques (parmi lesquelles des metabasites) ; de serpentinites, de gneiss souvent riches en tourmaline, puis, par endroits, de gypse" (C.G. EGELER et O.J. SIMON, 1969 a, p. 25) ; elle affleure sur toute la terminaison orientale de la Sierra de Los Filabres.

Entre le "cristallin" de la Sierra Nevada et la "Mischungszone", dans l'unité locale de Nevado-Lubrin, H.J. NIJHUIS, 1964), située en Sierra de los Filabres, W.P. DE ROEVER et ses élèves ont découvert un conglomérat étiré (in C.G. EGELER et O.J. SIMON, 1969 a, p. 26) ; ainsi, entre ces deux termes du complexe névado-filabride, les rapports semblent apparaître de nature stratigraphique (discordance).

Les roches du "cristallin" sont probablement du Paléozoïque ou du matériel plus ancien d'après les études radiométriques conduites sur les orthogneiss qu'elles renferment (H.J. NIJHUIS, 1964 et H.N.A. PRIEM, N.A.I.M. BOELRIJK, E.H. HEBEDA et R.H. VERSCHURE, 1966). Quant aux roches de la "couverture" : celles de la "Mischungszone", affectées d'un polymétamorphisme mésozonal (H.J. NIJHUIS, 1964), elles n'ont jamais fourni de fossiles et toute tentative pour leur attribuer un âge passe jusqu'à présent par le chemin des comparaisons de faciès. C.G. EGELER et O.J. SIMON (1969 a) ont repris la discussion de ce problème à propos des unités tectoniques névado-filabrides de la Sierra de los Filabres et d'après la position des masses gypseuses dans la série de l'unité de Nevado-Lubrin en ont déduit que les séries détritiques de base de l'ancienne "Mischungszone" pourrait appartenir au Permo-Trias et l'ensemble carbonaté sus-jacent, au Trias et peut-être même à des niveaux plus élevés. Ces conclusions coïncident avec les idées généralement admises jusqu'à présent.

Si les opinions convergent au sujet de ces problèmes dans la Sierra Nevada et dans la Sierra de Los Filabres en particulier, par contre, plus au S, et à propos des anticlinaux dissymétriques du Lomo de Bas, de la Sierra Alhambilla et de la Sierra Cabrera, il n'en va pas de même. Le matériel mésométamorphique qui y affleure a été attribué à la "Mischungszone" par P. FALLOT et al. (1961, p. 504),

mais les géologues hollandais, (H.E. RONDEEL, 1965 ; H.P. ZECK, 1968, et C.G. EGELER & O.J. SIMON, 1969 a), comme ceux de l'Ecole de H.A. BROUWER, n'y voient que la semelle ancienne d'une nappe alpujarride. Plus loin, il faudra revenir sur ce problème après avoir examiné quelques données nouvelles.

3 — DESCRIPTION SUCCINCTE DES AFFLEUREMENTS DE LA SIERRA NEVADA, DANS LES SECTEURS VOISINS DU PERIMETRE ETUDIE .

3.1. Affleurements au N de Laujar

Au N d'une ligne passant par les localités de Laujar et de Beires et au S de l'arête sommitale de la Sierra Nevada affleure la "Mischungszone". Elle y est représentée essentiellement par des micaschistes, des roches vertes métamorphiques et des marbres. Elle renferme toutes les exploitations de fer de cette zone.

J'y ai relevé une série de coupes dont le contenu, donné par la fig. 124 a, b, c, et d, d'E en W) appelle quelques remarques :

— sur ces coupes, le complexe névado-filabride est affecté soit d'une grande faille (Φ) oblique ⁽¹⁾, soit d'un pli synclinal couché dans lequel une bande de formations attribuables à la "Mischungszone" est conservée. Bien que je n'aie pas effectué de levé très détaillé sur ce secteur, il s'agit probablement d'un synclinal faillé parce que en c, la faille est très nette, bien visible sur le terrain et parce qu'en d, les marbres sont entourés par des micaschistes, à muscovite et chlorite ;

— dans la bande de la "Mischungszone", les masses importantes de roches vertes métamorphiques et de marbres se relaient ;

— les micaschistes à muscovite et chlorite et les quartzites esquilleux à grains de zircon détritique évoquent le terme t₁ (Permo-Trias) déjà observé dans les nappes plus élevées, mais plus mince et plus métamorphique ;

— sur la coupe c, les niveaux de micaschistes à grenat admettant des lits riches en feldspath font songer aux gneiss étudiés par E. PUGA et J.M. FONTBOTE (1966). S'agit-il de véritables gneiss ou d'orthogneiss ? L'examen des lames

⁽¹⁾ Pour M. DURAND DELGA (remarque orale), ce contact pourrait être anormal et il y aurait ici deux unités superposées. Cette hypothèse, à laquelle je n'avais pas songé, permettrait le voisinage actuel d'une série carbonatée pauvre en marbres ferrugineux (et sans roches éruptives métamorphiques) et d'une bande à marbres ferrugineux et roches éruptives métamorphiques bien développés.

minces ne permet pas de trancher un tel problème : tout juste permet-il de préciser que ces horizons ont une histoire polymétamorphique.

Dans la bande de la "Mischungszone" représentée sous la nappe de Gador (partie méridionale de la coupe c), il est possible d'assimiler les calcschistes ③ situés sous les marbres, à un ensemble équivalent de t_{2a} déjà observé dans les nappes supérieures et de la même façon de voir un ensemble t_{2b} dans les divers types de marbres bien cristallisés ④ et enfin t_3 dans ⑤ constitué par des calcaires et des dolomies moins métamorphiques et où les structures sédimentaires fines, les teintes, l'organisation générale des bancs évoquent ce qu'on observe au sommet de la série carbonatée alpujarride.

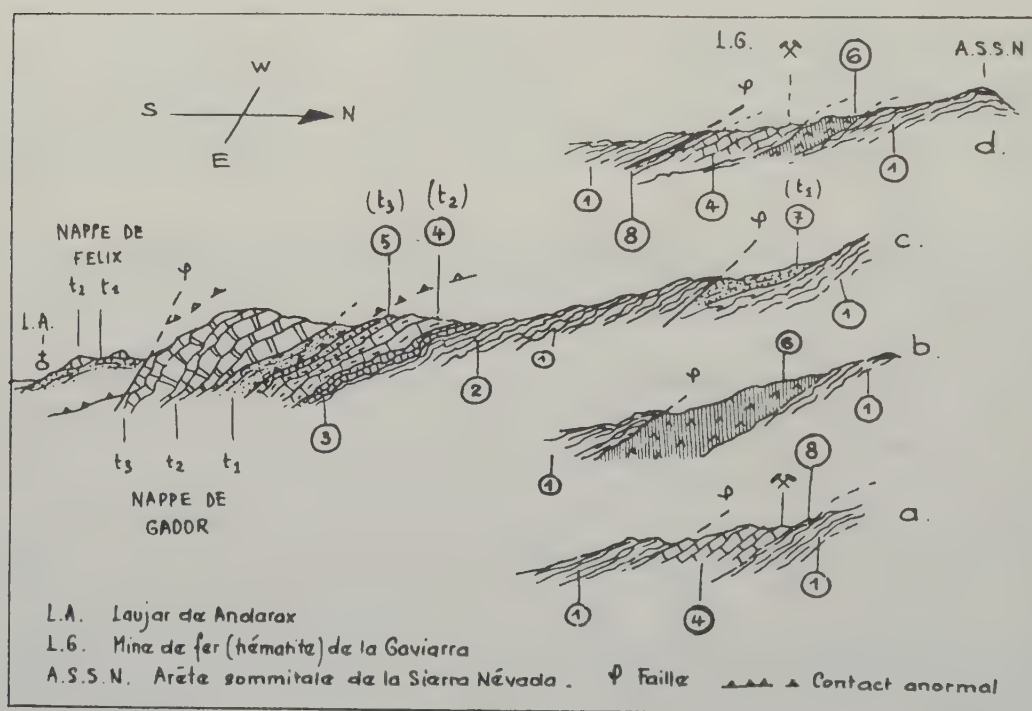


Fig. 124. — Coupes schématiques sur le flanc méridional de la Sierra Nevada, au N de Laujar de Andarax.

LEGENDE des NIVEAUX NEVADO-FILABRIDES :

- 1.- Schistes noirs de la Sierra Nevada (quartz, muscovite, grenats écrasés, graphite).
- 2.- Micaschistes à grenats écrasés, muscovite, biotite et lits feldspathiques.
- 3.- Calcschistes à muscovite.
- 4.- Marbres à passées ferrugineuses ; marbres riches en muscovite et feldspath plagioclase (30 % An) ; marbres blancs ; marbres gris ou gris-bleu rappelant les faciès alpujarrides carbonatés de fin de série (?).
- 6.- Roches vertes métamorphisées.
- 7.- Quartzites esquilleux à muscovite et tourmaline verte, à grains de zircon détritique.
- 8.- Micaschistes vert-argenté à muscovite et chlorite.

Les coupes sont séparées par des distances voisines du kilomètre.

3. 2. Affleurements au SE de Ohanes (fig. 110 b).

Peu avant d'arriver au village d'Ohanes, la route traverse, sous les phyllites de la nappe de Gador, une série de marbres rappelant ceux des horizons ⑤ de la coupe c (fig. 124), puis des marbres à niveaux ferrugineux et enfin un ensemble complexe constitué par des calcschistes et du gypse reposant sur des micaschistes à grenats étirés.

Ces formations, à cause de leur degré de métamorphisme et de leur position au-dessus des schistes noirs de la Sierra Nevada, peuvent encore être rangés dans la "Mischungszone".

3. 3. La série de la «Mischungszone» près d'Alquife et du Marquesado (N de la Sierra Nevada)

R. MAILLOT (à paraître), reprenant l'étude du gisement de fer du Marquesado, a donné des précisions concernant la série de la "Mischungszone" près du Marquesado et d'Alquife. Elle y renferme des faciès dont les exemples sont donnés par la fig. 125 (a et b). Les surfaces irrégulières entre calcaires et minéral ont été interprétées comme des surfaces de ravinement de dissolution (de type karstique) par cet auteur qui attribue la série locale de la "Mischungszone" au Trias et explique sa réduction locale par des émergences temporaires.

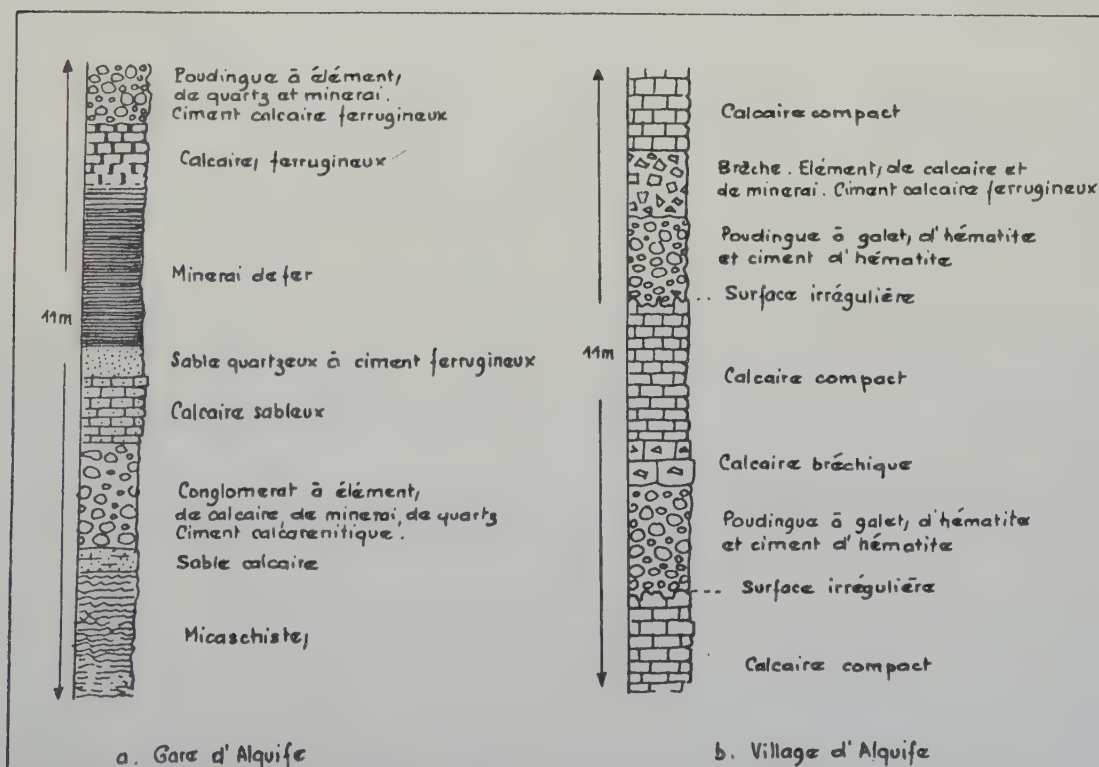


Fig. 125 .— Composition lithologique de la base de la "Mischungszone" près d'Alquife, au N de la Sierra Nevada ; d'après R. MAILLOT (à paraître).

Il est à noter que, partant d'observations basées sur des faits totalement étrangers à ceux qu'avaient noté P. FALLOT et al. (1961), R. MAILLOT arrive à invoquer l'existence de termes émergés au Trias, fournisseuses de fer, comme P. FALLOT et al. (1961) en avaient invoqué pour expliquer l'existence des éléments détritiques des "konglomeratistische Mergel".

D'après les colonnes lithostratigraphiques données par R. MAILLOT, les oscillations allant jusqu'à des émergences locales affectent la série carbonatée, comme nous l'avons déjà observé dans la série alpujarride réduite de Coto-Laisquez (Sierra Alhamilla).

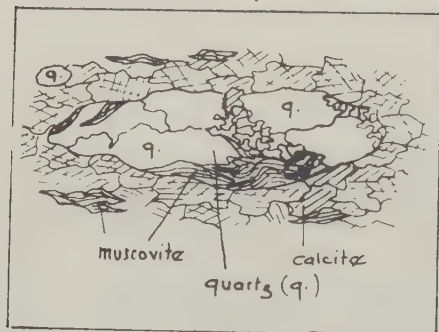
3. 4. Affleurements du versant méridional de la Sierra Nevada, à l' W de Laujar de Andarax

La route qui va de Laujar de Andarax à Orgiva, en passant par le versant méridional de la Sierra Nevada, recoupe à plusieurs reprises des formations attribuables à la "Mischungszone" (fig.126). Elles se situent :

- en face de Paterna del Rio (marbres et micaschistes à muscovite et chlorite);
- entre Paterna et Bayarcal (marbres et micaschistes à muscovite et chlorite);
- près de Valor (micaschistes) ;
- près de Mecina Bombaron (micaschistes, marbres) ;
- entre Castaras et Trevelez, dans le secteur des mines de fer du Conjuro (micaschistes et marbres ferrugineux, "konglomeratistische Mergel") ;
- enfin, dans tout le secteur situé au N d'Orgiva, où les "konglomeratistische Mergel" sont bien développés (voir la carte de F. ALDAYA, 1969 b).

La route allant de Laujar à Paterna del Rio recoupe, en face de ce dernier village une masse de marbres blancs ou jaunâtres surmontant des micaschistes verts. Quelques mètres au-dessus du contact entre ces deux formations, les marbres renferment des horizons mesurant de deux à cinq centimètres d'épaisseur, contenant des taches grisâtres plus riches en micas, aplaties, de la taille du centimètre, évoquant des niveaux de poudingues granoclassés (fig.127). Leur examen en lame mince montre la présence, au sein d'un ciment de calcite orientée, d'agré-gats constitués, soit par du quartz seul (largement cristallisé, à extinctions onduleuses), soit par du quartz et de la muscovite cristallisée en grandes paillettes onduleuses. Les contours de ces amas sont parfois nets, ovales et bordés d'un liséré ferrugineux; ou bien le quartz et la muscovite prennent plutôt l'aspect d'amas mal individualisés dans le ciment calcaire. Dans ces mêmes niveaux, on trouve encore une grande abondance de paillettes isolées de muscovite et des grains de quartz ovales ou parfaitement arrondis ou seulement à contours anguleux émoussés. Ces faits per-

mettent, à mon sens, de dire que l'on se trouve en présence d'anciens horizons détritiques, à la base de la série carbonatée, remaniant des micaschistes ; par la suite, ces niveaux ont été métamorphisés avec les calcaires. Les échantillons prélevés n'ayant rien fourni d'autre que des débris d'anciens micaschistes,



on peut se demander si ce fait ne traduit pas un remaniement des roches du "cristallin de la Sierra Nevada" dans la "Mischungszone". Il y aurait là un nouvel argument, bien que faible, à l'appui de l'hypothèse déjà émise par P. FALLOT et al. (1961) en faveur d'une discordance entre "schistes de la Sierra Nevada" et "Mischungszone", représentée sur la transversale du Puerto de la Ragua (fig. 125).

Fig. 127. — Galet écrasé de mica-schiste dans les marbres de la "Mischungszone".
Route Laujar-Paterna del Rio.

Avant de quitter ces affleurements de la Sierra Nevada, dont l'étude de détail reste à faire, il faut encore souligner la parenté de localisation des niveaux ferrugineux situés près de Mecina-Bombaron et au Conjuro⁽¹⁾ avec celle des niveaux à hématite d'Alquife et du Marquesado.

4 — LE PROBLEME DU "COEUR CRISTALLIN" DE L'ANTICLINAL POST-NAPPE DE LA SIERRA ALHAMILLA.

4. 1. Origine du problème

P. FALLOT (in FALLOT et al., 1961, p. 504), au cours d'une rapide reconnaissance effectuée sur l'extrémité orientale de la Sierra Alhamilla (entre Nijar et Lucáinena de las Torres) a reconnu, sous les Alpujarrides (la nappe de Gador telle qu'elle a été définie au chapitre VIII), l'existence d'une série de "micaschistes gneissiques accompagnés de minces bancs de marbres qui représentent la "Mischungszone", avec ses caractères typiques", reposant sur des micaschistes sombres assimilables à ceux de la Sierra Nevada.

Depuis, les géologues hollandais ont interprété ces séries comme faisant partie de la semelle des Alpujarrides (H.E. RONDEEL, 1965 ; H.P. ZECK, 1968 ; C.G.

(1) Les exploitations du Conjuro, entre la route de Castarasa au S et la route Juviles-Trevelez, au N, se situent au sommet du complexe névado-filabride et non pas à la base d'une nappe alpujarride, comme l'écrit F. ALDAYA (1969 b).

EGELER & O. J. SIMON, 1969 a). Il semble qu'on doive cette attribution à H. E. RONDEEL (1965) et que les auteurs n'ont fait que reprendre son interprétation basée essentiellement sur le fait que l'érosion n'a pas été ici suffisante pour dégager les Névado-filabrides dans le cœur des anticlinaux des sierras Alhamilla et Cabrera, et que les roches qui pourraient lui être attribuées dans la Sierra Alhamilla ne présentent pas un degré de métamorphisme suffisant (par comparaison avec les équivalents de la Sierra de Los Filabres. C. G. EGELER et O. J. SIMON (1969 a) ne sont pas revenus sur les problèmes posés par ce secteur, alors que H. P. ZECK (1968) a représenté sur la carte de la transversale Nijar-Lucaïna des faciès évoquant de façon frappante le contenu de la "Mischungszone" (ici particulièrement peu épais, mais tout à fait comparables à ce qu'on observe en Sierra Nevada). Il y a là un problème majeur.

Aux arguments de H. E. RONDEEL (1965), basés sur l'intensité de l'érosion, on peut opposer le fait que dans la Sierra Alhamilla, les séries permo-triasiques attribuables à la nappe de Gador (alpujarride) et à la nappe de Felix (ensemble Variegato-Felix) sont particulièrement minces et très érodées, ce qui favorise la possibilité d'affleurement du complexe névado-filabride. De plus, ici, la nappe de Lujar (alpujarride) n'existe pas (J. WESTERVELD, 1929, et chapitres VIII et IX de ce mémoire).

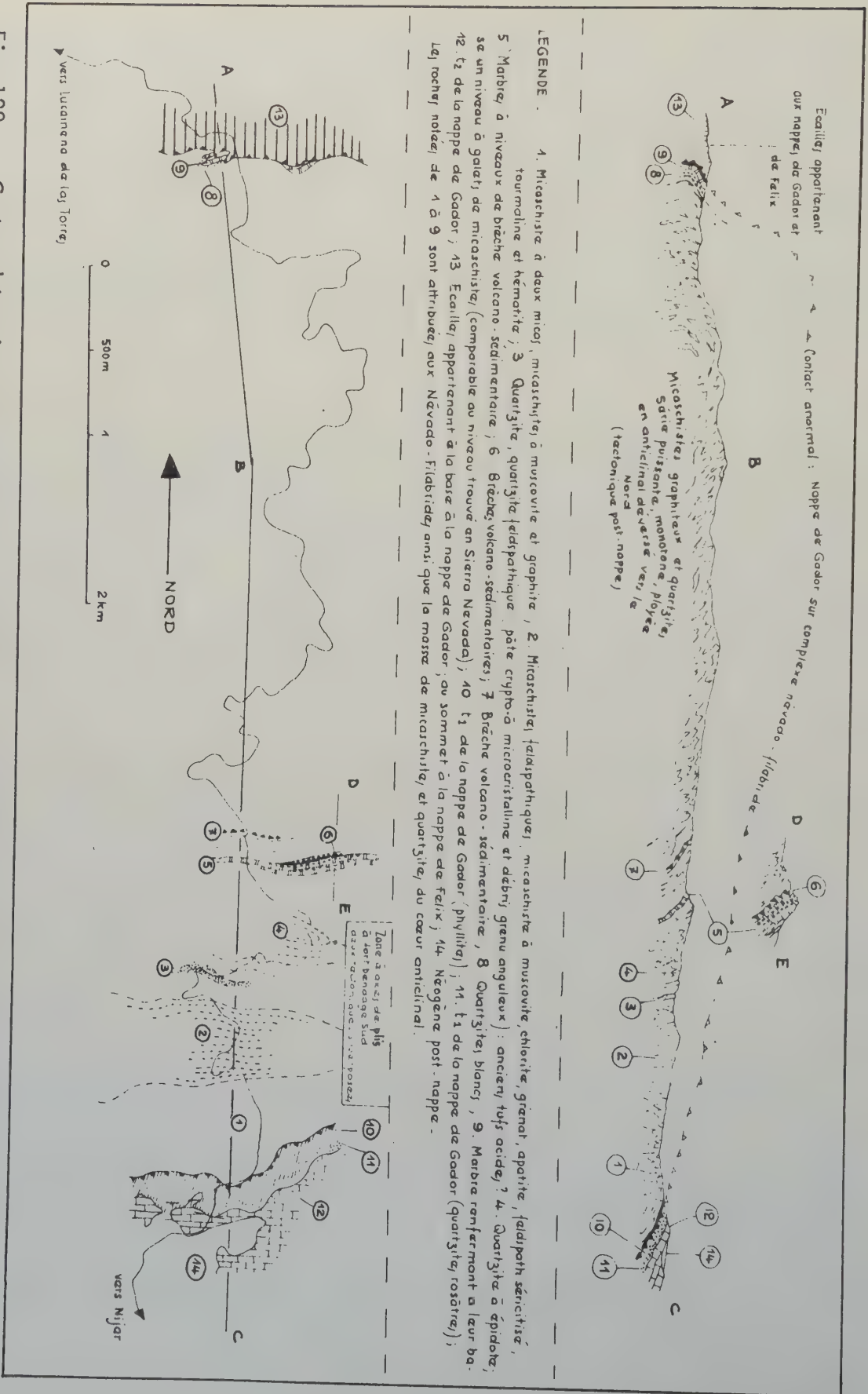
Quant au problème de l'intensité du métamorphisme, il est plus délicat et demande quelques précisions supplémentaires.

Examinée sous son aspect plus général, l'option des géologues hollandais aboutit à la suppression d'un grand contact anormal dans une succession hétérogène et dépourvue de fossiles. On sent venir une discussion à perte de vue dans laquelle je ne me lancerai pas, faute surtout de cartographie continue entre les Sierra Alhamilla Cabrera et de los Filabres. Toutefois, j'ai pu recueillir quelques informations à verser à ce dossier ; elles m'ont conduit à opter en faveur de l'opinion de P. FALLOT exprimée en 1961 et il faut les rapporter ici.

4. 2. Le contact « cœur cristallophyllien » et faciès alpujarrides au S de Tabernas

Au S du village de Tabernas, sous le Néogène et les formations plus récentes, affleure un ensemble chaotique où voisinent des paquets attribuables à la nappe de Felix et à la nappe de Gador, reposant sur une série essentiellement micaschisteuse, sombre par l'intermédiaire d'un complexe réduit renfermant des marmbres et des quartzites blancs (ensemble entièrement et plus recristallisé que les niveaux métamorphiques des nappes alpujarrides). La série riche en micaschistes renferme :

Fig. 128. - Carte schématique et coupes entre Nijar et Lucainena de Las Torres. Extrémité orientale de la Sierra Alhamilla. Quelques contours de H.P. ZECK (1968) ont été conservés.



- des micaschistes à biotite, muscovite et graphite,
- de fines passées de quartzites esquilleux à biotite,
- des lits très minces d'une roche constituée par de la calcite et de l'épidote ;

elle affleure depuis ce contact jusqu'à l'arête sommitale de la Sierra, près du Cerro Colativi.

Les marbres et les quartzites blancs pourraient être assimilés à la "Mischungszone", la série des schistes à un équivalent du "cristallin de la Sierra Nevada" (schistes noirs). Si l'on admet ici la présence d'une seule nappe, avec sa semelle ancienne et sa couverture permo-triasique, il faut au moins affecter cette nappe d'une disharmonie majeure entre les deux ensembles inférieurs, puis d'une autre à laquelle s'ajoute une brusque différence de métamorphisme, située sous la première masse de phyllites alpujarrides (et admettre que les quartzites blancs et les marbres sont antérieurs au Permo-Trias).

4. 3. Les environs de la mine de Coto-Laisquez

A l'WNW de Coto-Laisquez, la carte de A. NAVARRO ALVARGON-ZALEZ (1967) signale (fig.63) la présence de marbres dans les schistes du cœur anticlinal. Au N de la mine (Coto-Laisquez), j'ai pu en observer d'autres affleurements, en compagnie de MM. M. DURAND DELGA et J. AZEMA. Plus tard, j'ai retrouvé une lame de ces marbres pincée dans les micaschistes, au NE de la mine, sous le contact avec les phyllites de la nappe de Gador qui recoupe obliquement l'ensemble schistes-marbres. Ici encore, on peut attribuer ces marbres à la "Mischungszone", ou, au moins, placer une disharmonie majeure au sein de la nappe de Gador.

4. 4. Affleurements entre Nijar et Lucainena de las Torres

La coupe située sur l'extrémité orientale de la Sierra Alhamilla, entre Nijar et Lucainena de las Torres, a été rééchantillonnée rapidement, surtout dans sa partie méridionale, là où elle présente les faciès les plus variés (fig.128).

Les faciès qui y ont été identifiés montrent qu'on y retrouve quantité de roches attribuables au complexe névado-filabride, en particulier les micaschistes riches en feldspath et des brèches renfermant à la fois des fragments anguleux de micaschistes et de matériel riche en quartz microcristallin, en grands plagioclases, en biotite chloritisée et en chlorite, évoquent très nettement des niveaux volcano-sédimentaires qui paraissent différents de ceux observés en Sierra Nevada. Localement, ces niveaux sont associés aux marbres, plissés et métamorphisés avec eux, sans toutefois perdre complètement leur aspect primitif (fig.129).



Fig.129.- Niveau de brèche volcano-sédimentaire dans les marbres affleurant entre Nijar et Lucaïнена de las Torres (extrémité orientale de la Sierra Alhamilla).

Si ces faciès affleurent largement sur le flanc méridional du grand anticlinal post-nappe, au N par contre, on retrouve au-dessus des schistes et quartzites noirs et des grès, des marbres à niveaux de poudingues étirés, comparables à ceux qui ont été observés en Sierra Nevada, en face du village de Paterna del Rio.

Près de Lucaïнена de las Torres, sous le complexe d'écaillés attribuées à la nappe de Gador et à la nappe de Felix, il existe au moins une disharmonie majeure, nettement visible : sur la carte publiée par H. P. ZECK (1968), qui opta contre la présence ici du complexe névado-filabride, elle est parfaitement visible (les phyllites de sa nappe alpujarride reposent aussi bien sur les schistes que sur les marbres). Près de Nijar, très exactement sur le versant N du Cerro Campana, quelques mètres au S du ruisseau qui coule à son pied, le contact anormal existe, mais beaucoup moins spectaculaire. Il se traduit ici par l'existence d'une zone où l'on ne trouve que des schistes mylonitisés; et ils séparent les phyllites des micaschistes à deux micas ou à muscovite et graphite.

La géométrie locale et les analogies de faciès avec le matériel reconnu dans la Sierra Nevada m'ont conduit à admettre ici, suivant en cela la vision de P. FALLOT (1961) et la conception de M. DURAND DELGA (1966, p. 8), l'existence d'un grand contact anormal passant au-dessus des marbres et des quartzites, termes les plus élevés des Névado-filabrides ⁽¹⁾ et sous la série des phyllites attribuée à la nappe de Gador.

Quant au degré de métamorphisme des roches névado-filabrides, il me paraît tout à fait identique à celui qu'on observe en Sierra Nevada dans les horizons structuralement comparables (mêmes paragenèses).

(1) Les marbres de la zone médiane de la coupe sont interstratifiés dans la série névado-filabride, tandis que ceux de Lucaïнена la surmontent (fig.128).

4. 5. Conclusion : le complexe névado- filabride est représenté dans le cœur de la Sierra Alhamilla

L'analyse des affleurements situés au NW et au centre de la Sierra Alhamilla a permis de montrer qu'il existe une disharmonie importante entre un ensemble inférieur "cristallophyllien" et les phyllites que j'ai attribuées, à la suite de J. WESTERYELD (1929), à la nappe de Gador.

L'analyse rapide de la coupe Nijar-Lucaïнена a montré l'existence, dans l'ensemble inférieur, de tous les horizons considérés comme typiquement névado-filabrides, dans la Sierra Nevada.

A ces arguments, j'en ajouterai d'autres, puisés dans le contexte régional; pour ne pas assimiler l'ensemble inférieur à la semelle de la nappe de Gador :

— dans la région d'Adra, il n'y a pas de disharmonie majeure entre les micaschistes et la série des phyllites de la nappe de Gador ;

— dans ce même secteur, il n'y a ni quartzites blancs, ni marbres entre les micaschistes et les phyllites de la même nappe.

Tous les faits observés me paraissent suffisants pour considérer que les opinions de P. FALLOT (1961) et M. DURAND DELGA (1966) sont justifiées et qu'il faut voir dans la Sierra Alhamilla, sous la nappe de Gador (alpujarride) la présence des Névado-filabrides.

Seuls, des levés plus détaillés, s'appuyant sur l'outil de la microtectonique pourraient à mon avis éclaircir de meilleure façon la structure interne exacte des Névado-filabrides de ce massif que j'avoue ne pas avoir pu interpréter mieux que sur la fig.128, avec le seul secours des moyens d'analyse classiques.

Avant d'en terminer avec ces problèmes, il faut encore noter que ce complexe est probablement représenté dans le cœur de la Sierra Cabrera puisqu'à son extrémité orientale (entre Mojacar et Carboneras) on retrouve, au-dessus des micaschistes, des marbres ferrugineux assez comparables à ceux de la Sierra Nevada. E. TRIGUEROS MOLINA et A. NAVARRO ALVARGONZALEZ (1963) ont cartographié des marbres au SW de Mojacar, qui pourraient aussi lui être rapportés.

5 - QUELQUES REFLEXIONS SUR LES AFFLEUREMENTS NEVADO-FILABRIDES ETUDIES.

Cet ensemble n'ayant pas fait l'objet d'une étude détaillée, les conclusions qu'on pourra tirer de ce qui vient d'être décrit seront surtout des hypothèses de recherche plutôt que des faits bien établis ; elles concerneront surtout l'âge de la série et les comparaisons avec d'autres ensembles bétiques.

Jusqu'à présent, on l'a souligné, aucun fossile n'a jamais été trouvé dans cet ensemble mais il paraît fort probable qu'il appartienne en grande partie au Permo-Trias.

Les analogies de répartition des faciès observables entre l'ensemble alpujarride et le secteur de l'ensemble névado-filabride rapidement examiné, incitent à se rallier à l'opinion générale qui vient d'être énoncée. Pour moi, j'inclinerais à penser que la série inférieure riche en micaschistes, en niveaux volcano-sédimentaires et contenant localement des intercalations de marbre, pourrait être considérée plutôt comme permienne ⁽¹⁾ ou Carbonifère, et la série supérieure, à partir des quartzites (Sierra Alhamilla) ou des calcschistes (Sierra Nevada) plutôt triasique. Mais il ne s'agit là que d'une hypothèse difficilement étayable.

Si cette hypothèse se vérifiait, ce serait dans un Permien ou un Carbonifère névado-filabride qu'il faudrait placer un volcanisme explosif, générateur des brèches et des quartzites feldspathiques de la Sierra Alhamilla.

Pour la synthèse régionale, il faudra retenir que les complexes névado-filabrides de la Sierra Nevada et de la Sierra Alhamilla sont complètement métamorphiques et que leur partie basale, au moins, montre une histoire polymétamorphique compliquée. Dans le secteur étudié, cet ensemble est le seul à être totalement métamorphisé.



(1) J.M. FONTBOTE (in P. FALLOT et al., 1961, p. 545) a déjà exprimé une telle hypothèse mais concernant l'ensemble de la série de la "Mischungszone".

CHAPITRE XI

CORRELATIONS AVEC LA ZONE OCCIDENTALE

1 — STRUCTURE ET LITHOLOGIE DE L'EDIFICE DE NAPPES ENTRE RIO GUADALFEO ET RIO GRANDE DE ADRA .

La parution récente d'une carte géologique couvrant la zone rectangulaire située en gros entre Adra et Ugijar, à l'E, Lanjaron et Motril, à l'W (F. ALDAYA, 1969 b), permet de tenter de nouvelles comparaisons.

Le document qui vient de paraître, à l'échelle du 1/50 000^e représente la cartographie de l'édifice de nappes situé entre le Rio Guadalfeo, à l'W et le Rio Grande de Adra, à l'E. F. ALDAYA (1969 a et b) y a reconnu, de bas en haut et au S du complexe Névalo-Filabride, la succession de nappes représentée dans le tableau ci-dessous :

Sierra de Lujar et Contraviesa		
	X	
Au Sud	X	Au Nord
	X	
— — — — — Nappe d'Adra — — — — —	— X —	
— — — — — Nappe de Murtas — — — — —	X	— — — — — Nappe de Murtas — — — — —
— — — — — Nappe d'Alcazar — — — — —	X	— — — — — Nappe d'Alcazar — — — — —
	X	— — — — — Nappe de Castaras — — — — —
— — — — — Nappe de Lujar — — — — —	X — — — — —	
	X	
	X	
	Axe de l'anticlinal complexe	

Tableau n° VII Unités tectoniques reconnues en Sierra de Lujar et Contraviesa par F. ALDAYA (1969 b)

Dans la fenêtre de Turon, la nappe de Lujar occupe le cœur de cet anticlinal constitué postérieurement à la mise en place des nappes.

Cette grande structure compliquée de failles est plus inclinée vers le N (au S de la dépression de la Alpujarra) qu'au S (au bord de la Méditerranée).

Dans cet édifice, F. ALDAYA (1968, 1969 a et b) a considéré les nappes d'Adra, de Murtas, d'Alcazar et de Castaras comme alpujarrides et rattaché, comme on l'a vu, celle de Lujar à un ensemble inférieur (l'ensemble de Ballabonna - Cucharon, voir C. G. EGELER et O. J. SIMON, 1969 a), différent (en raison de sa position dans la pile de nappes bétiques et de sa série stratigraphique).

Cet édifice présente les particularités de ne renfermer, au-dessus de la nappe de Lujar, que deux nappes représentées à la fois au S et au N du grand anticlinal, de contenir une nappe représentée seulement au N (Castaras) et une nappe représentée uniquement au S (Adra).

Les affleurements de ces éléments sont donnés par la fig.130 .

Dans les trois nappes alpujarrides, F. ALDAYA (1969 b, Annexe 3) a considéré que les séries renfermaient les éléments lithostratigraphiques donnés par le tableau VIII.

Il faut remarquer immédiatement le peu de développement atteint par le Trias carbonaté d'une part, et les puissances considérables atteintes par les formations anciennes sous-jacentes, d'autre part, puis noter que F. ALDAYA (1969 b) invoque à la fois les réductions stratigraphiques et tectoniques pour expliquer le premier caractère de ces nappes.

2 - LES CORRELATIONS STRUCTURALES A TRAVERS LA ZONE TRANSVERSALE D'ADRA - UGIJAR.

2. 1. L'interprétation de F. ALDAYA (1969 b)

Comparant les contours de sa carte au schéma géologique de la Sierra de Gador que j'ai donné (J. P. JACQUIN, 1968 b) ⁽¹⁾, F. ALDAYA (1969 b) envisage les relations entre ses nappes et les éléments structuraux de la Sierra de Gador de la façon suivante :

(1) En 1968, j'avais envisagé que les éléments suivants étaient représentés dans l'édifice de nappe de la Sierra de Gador ; de haut en bas : unité supérieure renfermant des éléments appartenant aux Malaguides et à l'unité de Felix ; nappe de Gador subdivisée au S en deux sous-unités (Gador II et Gador I, de haut en bas) ; nappe de Lujar ; Ensemble névado-filabride. On a vu que depuis, j'avais dû réviser l'interprétation de l'unité supérieure (chapitres VI et VII).

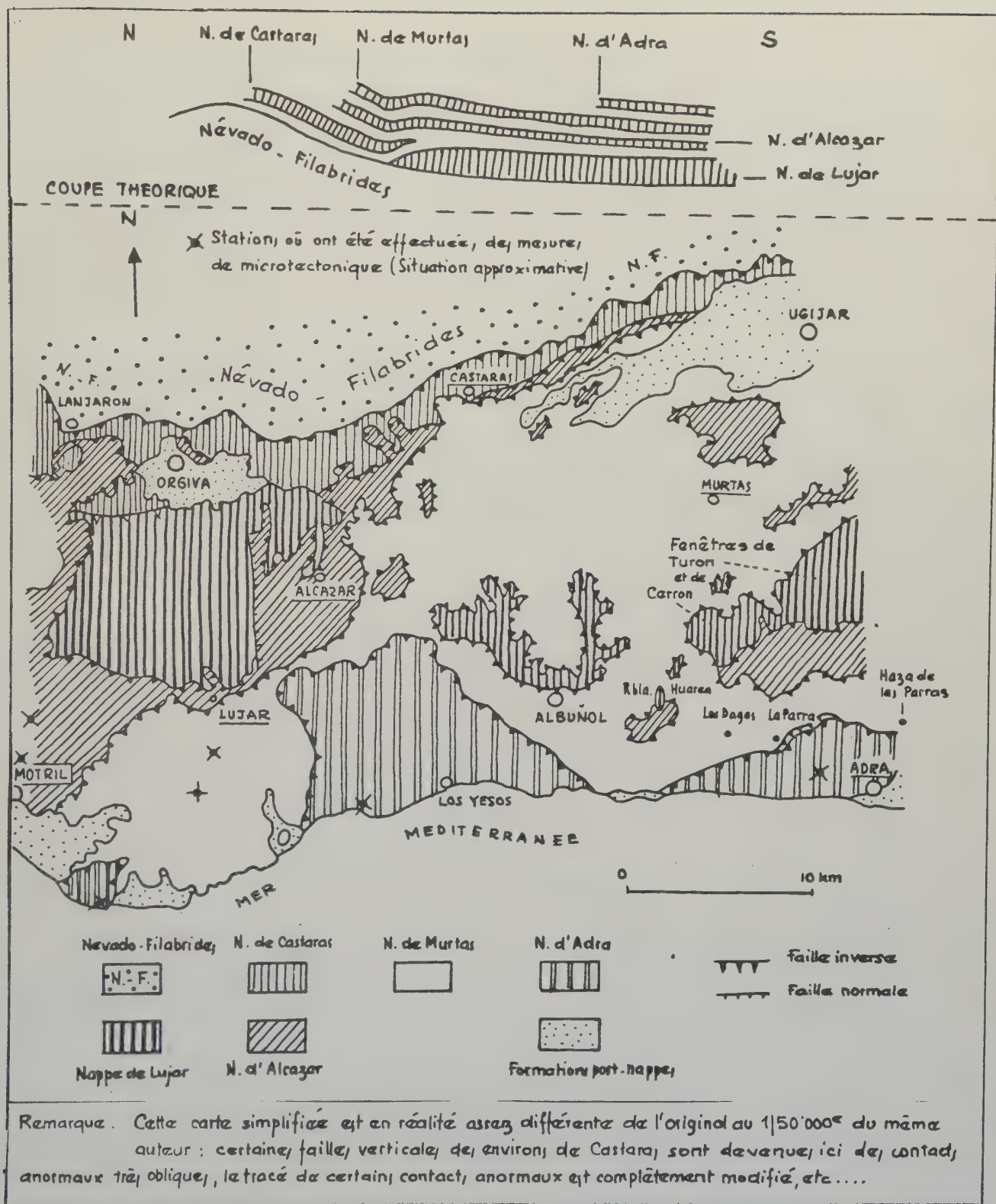


Fig. 130 — Nappes bétiques au S de la Sierra Nevada, entre Motril et Adra.
(d'après F. ALDAYA (1969) - (localement complétée avec la carte au 1/ 50.000 e du même auteur) -

- la nappe de Gador est l'équivalent de la nappe d'Alcazar ;
- Gador I, l'équivalent de la nappe de Murtas ;
- Gador II, l'équivalent de la nappe d'Adra ;

Quant à la nappe de Castaras, pour lui, elle disparaît sous le Néogène du Bassin d'Ugijar pour ne pas reparaître plus à l'E.

2. 2. Nouvelles interprétations proposées.

Ces conclusions ne me paraissent recevables que dans une certaine mesure. Au S de la fenêtre de Turon, les phyllites de la nappe de Gador dessinent une grande bande qui se raccorde aux niveaux équivalents de la nappe d'Alcazar. Mais l'examen de la répartition des affleurements de cette nappe autour de la fenêtre de Turon interdit d'admettre que ces deux nappes puissent être équivalentes. Il faut examiner pourquoi, et des solutions vont être proposées.

2.2.1. Au S de la fenêtre de Turon

Au S de la fenêtre de Turon, deux des trois grands contacts obliques situés de part et d'autre de La Parra se perdent vers l'E à l'intérieur de la nappe de Gador et on peut considérer que la nappe de Murtas (envisagée en ce point de la carte de F. ALDAYA (1969 b) se prolonge dans les unités Gador I et Gador II ; la nappe d'Adra (de F. ALDAYA, op. cit.) repose sur Gador II⁽¹⁾. On pourrait penser que la nappe de Murtas pro-parte (de F. ALDAYA, op. cit.), dans sa partie située au N de la faille inverse (fig.130) représente la sous-unité Gador I ; mais alors, si l'on suit les affleurements de cette nappe à l'W puis au N de la fenêtre de Turon, on s'aperçoit que les phyllites de cette nappe devraient être raccordées à celle de la nappe de Felix. Cette conclusion s'impose puisqu'au N de la fenêtre de Turon, comme au S, les phyllites de la nappe de Gador et de la nappe d'Alcazar se raccordent à travers la vallée du Rio Grande de Adra. Faire de la nappe de Murtas l'équivalent de Gador I n'est pas acceptable ; il faut voir la sous-unité Gador I se prolonger à l'W de la Haza de Las Parras dans les affleurements que F. ALDAYA (1969 b) attribue à la nappe de Murtas au N de la faille inverse et s'arrêter là pour le moment. Pour moi, l'étroite bande de phyllites située immédiatement au S de cette faille (cisaillement ou chevauchement) représente la sous-unité Gador II surmontée ici par les schistes de la nappe de Felix (ceux que F. ALDAYA, op. cit., attribue à sa nappe d'Adra). Il faut insister sur ce dernier point. La bande de phyllites (Gador II) chevauchant les dolomies et les calcaires de la

(1) Entre la Parra et Adra, la nappe de Murtas est affectée d'une grande faille oblique, inverse (carte au 1/50 000^e de F. ALDAYA (1969 b).

sous-unité Gador I, elle-même recouverte par les micaschistes de la nappe de Felix s'ouvre à l'E dans les environs de la Alqueria (voir ma carte au 1/100000e) et peut se raccorder facilement aux phyllites de Gador II par dessous les alluvions du Rio Grande et les formations de piémont. Ces phyllites supportent ici les micaschistes de la nappe supérieure, ce qui s'accorde avec les faits notés plus au N, où l'on voit des horizons de plus en plus bas de la nappe de Gador, recouverts par la nappe de Felix. Beaucoup plus à l'W, près de Los Yesos, F. ALDAYA (1969 b) voit ces mêmes schistes réapparaître et supporter une couverture permotriasique réduite (phyllites bleutées et violacées à gypse), ce qui constitue un argument supplémentaire pour en faire le prolongement de la nappe de Felix.

Dans ces interprétations, les contacts 1 et 2 de la fig.132 représentent :

1. le chevauchement post-nappe de Gador I sur Gador ss ;
2. le chevauchement post-nappe de Gador II sur Gador ss ;
3. le contact anormal de la nappe de Felix (= Adra de F. ALDAYA) sur Gador II.

	Nappe de Castaras	Nappe d'Alcazar	Nappe de Murtas	Nappe d'Adra
Série carbonatée (Trias moyen et supérieur)	100 m	50 m	50 m	0
Série du Permo-Werfénien (phyllite, quartzite etc ...)	200 m observables	750 m observables ; avec gypse, calcaires et dolomies	650 m avec gypse et calcaires	50 m observables ; avec gypse
Série des micaschistes et quartzites, attribuée à du Paléozoïque - Infrapremien			1 000 m avec quelques intercalations de calcaires et quartzites à la base	900 m avec intercalations de calcaires noirs et quartzites abondants à la base
Paléozoïque			400 m Micaschistes, quartzites, marbres blancs	1 300 m Micaschistes et quartzites Paléozoïque inférieur
Epaisseur totale	300 m	800 m	2 100 m	2 250 m

Tableau n° VIII

— Composition des éléments tectoniques admis comme alpujarrides par F. ALDAYA (1969b) entre Motril et Adra, au S de la Sierra Nevada.

Le problème se posera de savoir si la fragmentation de la nappe de Gador en Gador I et Gador II est antérieure ou contemporaine de la mise en place de la nappe hypothétique d'Adra-Felix ou si elle est postérieure. Dans l'interprétation cartographique de F. ALDAYA (1969 b), sa nappe de Murtas est faillée sous sa nappe d'Adra et la faille est considérée comme inverse avec un pendage inférieur à 45° ; de plus, cette faille est recoupée par la nappe d'Adra qui repose sur les phyllites puis sur la série carbonatée de Murtas, vers la route de la Parra (fig. 131). Dans l'interprétation de J. WESTERVELD (1929), les phyllites entourent complètement la masse carbonatée envisagée comme un repli synclinal de la nappe de Gador, couché vers le N (voir la carte, fig. 115), ce qui fait que ce problème ne s'y pose pas (fig. 133b).

Dans la nouvelle interprétation que je propose, cet accident est postérieur à la mise en place de l'ensemble des nappes (fig. 133 c). J'y reviendrai un peu plus loin avec d'autres arguments.

2. 3. Les problèmes des corrélations au N de la fenêtre de Turon

Au pied de la Sierra Nevada, on l'a vu, F. ALDAYA (1969 b) remarque que sa nappe de Castaras ne possède pas d'équivalent à l'E du Bassin d'Ugijar et que ses nappes d'Alcazar et de Murtas disparaissent sous le Néogène d'Ugijar au S de Yegen. Or, au pied du village de Valor (fig. 134b), affleurent des phyllites à gypse comparables, soit à celles de la nappe de Castaras, soit à celles de "Alcazar" ou de "Gador". Plus à l'E encore, dans l'axe de cet affleurement, apparaissent de nouveau des phyllites à gypse surmontées par des roches carbonatées broyées, puis par des micaschistes noirs graphiteux, écaillés et plissés, avec des phyllites bleues et violacées (fig. 134c). On serait tenté, étant donné leur proximité à l'E, de voir ici le prolongement des nappes de Gador (en bas) et de Felix (en haut) reposant sur les micaschistes névado-filabrides. La constitution lithostratigraphique des nappes de Castaras et de Gador d'une part, et de Murtas (sur ce secteur) et de Felix, de l'autre, ne s'y opposeraient pas (on verra plus loin des détails sur ce sujet). Sur ce secteur, le problème se pose de la façon suivante : à l'E de Yegen, voit-on réapparaître la nappe de Castaras et la nappe d'Alcazar ou la nappe d'Alcazar et la nappe de Murtas ? Ou bien s'agit-il des nappes de Gador et de Felix ? Et finalement, que devient l'une des trois nappes représentée à l'W et qui ne réapparaît pas à l'E ?

Tenter de résoudre ces problèmes par la simple comparaison des contours apparaissant sur les feuilles géologiques au 1/100 000 e (F. ALDAYA, 1969 et pl. II hors-texte de ce mémoire) conduit à des impossibilités, bien que la plupart des contacts anormaux puissent se raccorder (fig. 131 : Juxtaposition des deux cartes).

3 - CORRELATIONS A L'AIDE des SERIES LITHOLOGIQUES

Des données supplémentaires peuvent être recueillies en abordant ces problèmes par des comparaisons basées sur la composition lithologique des différentes nappes.

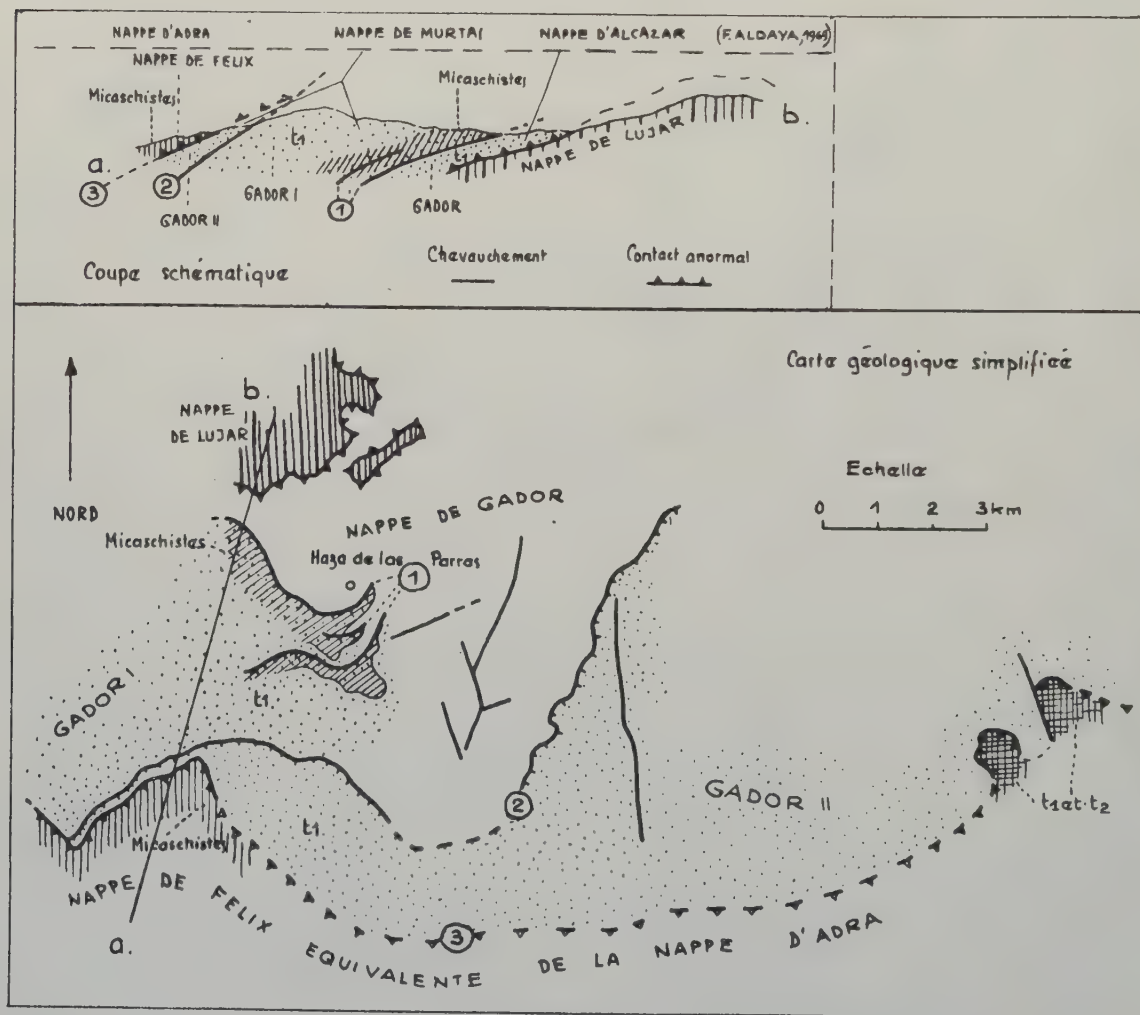


Fig.132.- Interprétation des contacts situés entre Adra et le hameau de la Parra.

(Extrémité sud-occidentale de la zone cartographiée au 1/100.000 e).

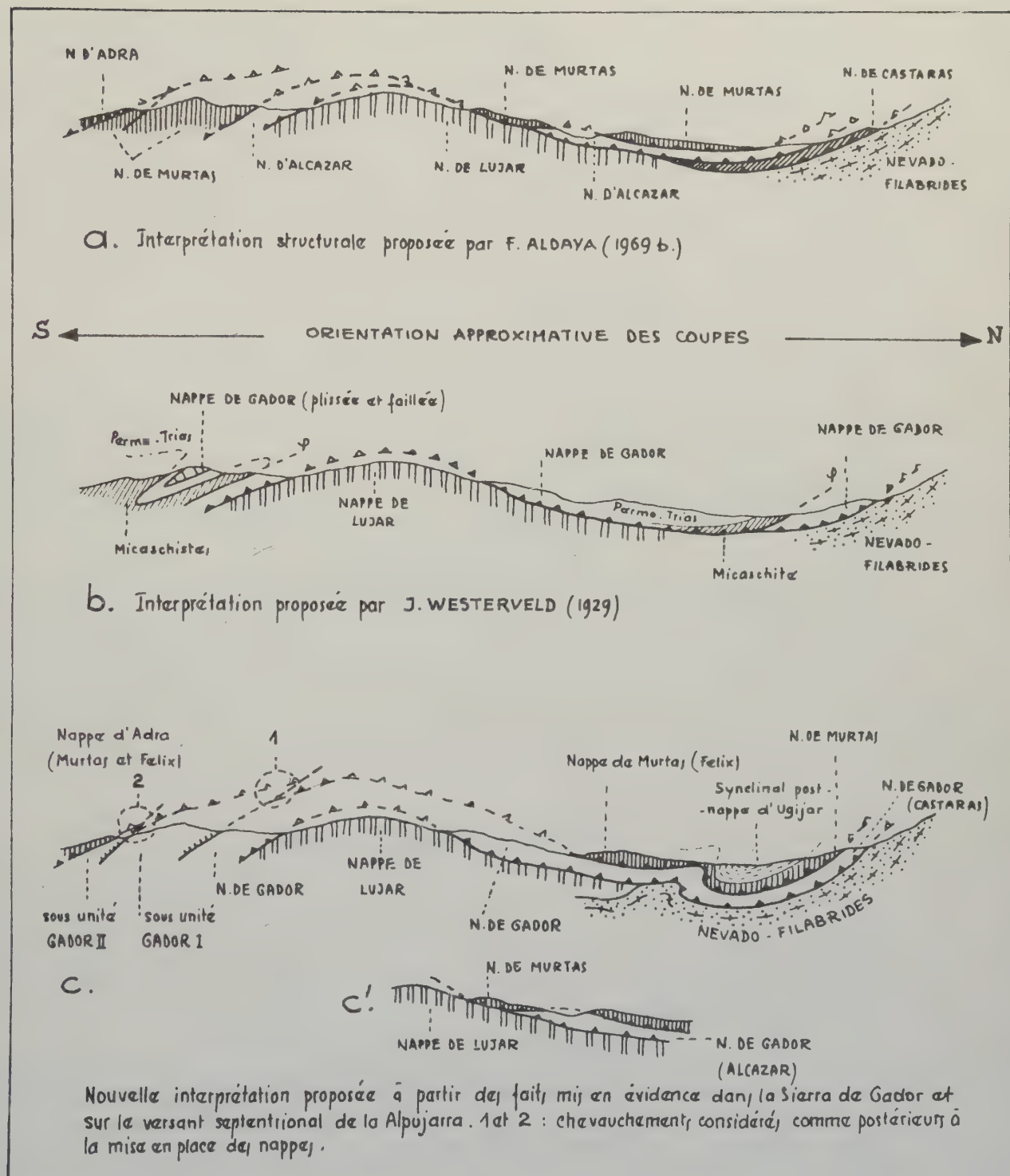


Fig. 133. — Coupes schématiques passant par une transversale imaginaire, idéalisée, résumant les interprétations tectoniques au S de la Sierra Nevada ; la transversale passerait par Adra et Ugijar.

On a vu, à propos de la nappe de Lujar, que tous les auteurs étaient d'accord pour la voir occuper la position la plus profonde dans les fenêtres d'Albuñol, de Cerron et de Turon. Ceci permet de circonscrire la nécessité des comparaisons lithologiques aux nappes plus élevées : quatre à l'W du Rio Grande de Adra, deux à l'E. Malheureusement, on a vu que les nappes sont représentées surtout par leur partie inférieure à l'W, tandis que c'est surtout leur partie supérieure qui affleure à l'E. Il y a toutefois une exception à cette règle : à l'W, près de Castaras, la série carbonatée de la nappe du même nom est bien représentée.

La série de cette nappe renferme une semelle de phyllites (t₁) qui repose sur le complexe névado-filabride (fig.134e) et supporte une série carbonatée (près de 500 m) renfermant des calcaires puis des dolomies surmontées par une deuxième masse calcaire. La série dolomitique a cette particularité de renfermer des faciès "franciscaine" très bien développés (observables dans la falaise située à la sortie E du village de Castaras). La puissance de cette série carbonatée, le fait qu'elle renferme des "franciscaines" et que l'ensemble repose directement sur les Névado-Filabrides, m'incite à voir ici le prolongement occidental de la nappe de Gador (c'est ainsi que le voyait J. WESTERVELD, 1929).

D'autres arguments, on le verra, viendront s'ajouter à l'appui de cette interprétation.

4 — ETUDE d'une SERIE de COUPES LEVEES dans la DEPRESSION de la ALPUJARRA et sur ses BORDURES.

J'ai pu parcourir rapidement la Alpujarra entre Ugijar (à l'E), Orgiva (à l'W) la Sierra Nevada (au N) et la Sierra Contraviesa (au S). J'y ai levé quelques coupes qui me paraissent pouvoir être interprétées d'une façon différente de celle de F. ALDAYA (1969 b) et il m'a paru utile de les donner ici parce qu'elles permettent d'éclairer le problème des corrélations entre la Sierra de Gador et la Sierra Contraviesa ⁽¹⁾.

Il m'a semblé logique de tenter les raccordements en reprenant le problème par la base de la pile de nappes, c'est-à-dire en suivant l'unité la plus basse la long du flanc méridional de la Sierra Nevada (fig. 134 et 136) et compter le nombre de séries identifiables au-dessus des Névado-Filabrides.

(1) Ces coupes ont été levées dans le but de rechercher la présence de Bétique de Málaga s.l. sous les formations récentes de la Alpujarra. Ces recherches n'ont pas été couronnées de succès. Comme F. ALDAYA (1969 b), je pense aussi que les Malaguides ne sont pas représentées à l'E du méridien d'Ugijar, dans le secteur qu'il a étudié.

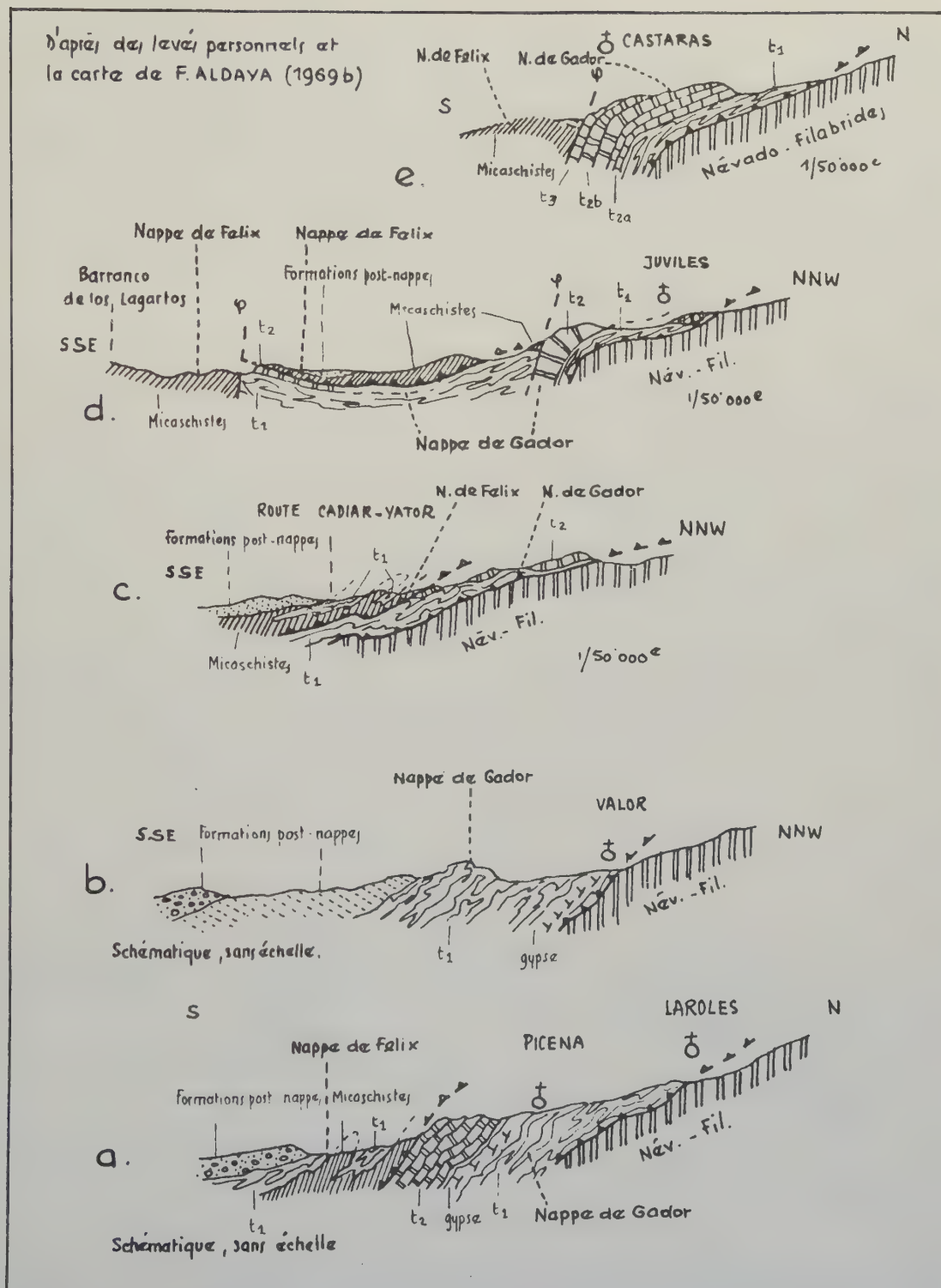


Fig.134.- Coupes géologiques sur la bordure septentrionale de la Alpujarra, entre Castaras et le N de Cherin.

D'E en W (de la coupe a à la coupe e, (fig.134) les Névado-Filabrides apparaissent toujours comme l'élément profond surmonté tectoniquement par une série comprenant des phyllites plus ou moins gréseuses, généralement bleutées, parfois à gypse et localement des roches carbonatées plus ou moins érodées ou tronquées, mais où l'on peut reconnaître (coupe e) la série type de la nappe de Gador. Au-dessus (coupe a, c, d et e) apparaît un ensemble schisteux renfermant des synclinaux pincés de phyllites (tectonique post-nappe ?) qui se situe dans une position analogue à celle de la nappe de Felix et où je verrais son prolongement ; on se souvient qu'au NW de la Sierra de Gador, cette nappe contenait déjà localement une semelle de micaschistes.

Dans cette interprétation, entre Juviles et le Barranco de Los Lagartos (fig.134d) où F. ALDAYA (1969 b) voit entre autres réapparaître la nappe d'Alcazar en fenêtre sous la nappe de Murtas, je verrais plutôt une demi-fenêtre, limitée au S par failles où réapparaît la nappe de Gador (= Castaras) avec ses phyllites et des dolomies très réduites (tectoniquement) sous la nappe de Felix (= Murtas). Une autre coupe peut encore être interprétée en ne voyant que deux nappes superposées : celle qui se situe entre les routes de Cadiar à Yator au S et de Mecina - Bombaron à Los Berchules, au N (fig.134 c et 135). On peut y voir, non pas les nappes de Casteras, d'Alcazar et de Murtas, mais les nappes de Gador (= Castaras) avec des phyllites bleutées et des dolomies réduites (tectonique), surmontées par les micaschistes de la nappe de Felix (nappe de Murtas pour F. ALDAYA, 1969 b) repliés en synclinaux à cœur de phyllites bariolées (interprétées au moins localement par F. ALDAYA, op. cit., comme celles de la nappe d'Alcazar).

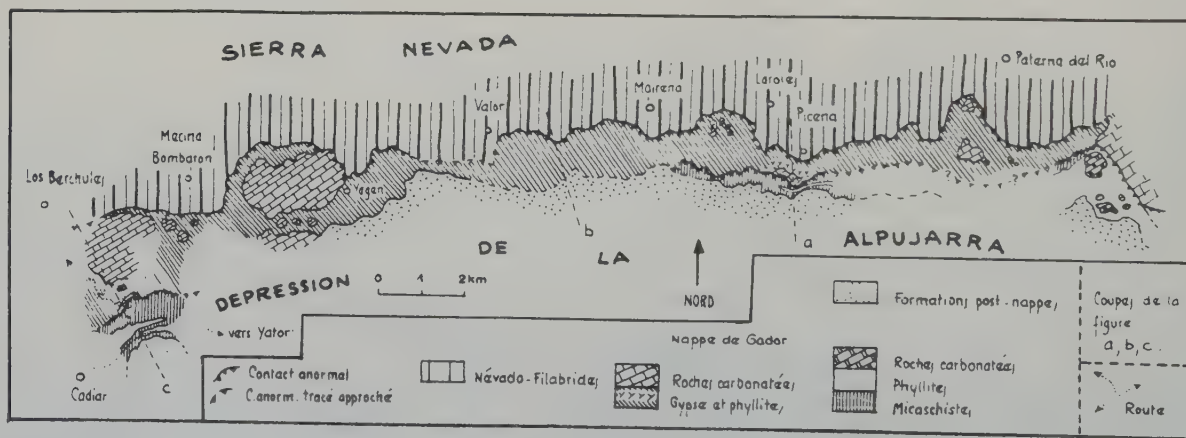


Fig.135 .- Carte géologique schématique de la bordure méridionale de la Sierra Nevada (d'après des observations ponctuelles, trois coupes et les photographies aériennes ; localement, inspiré de F. ALDAYA, 1969 b).

Cette interprétation qui consiste à ne voir que deux nappes superposées dans la Alpujarra, entre Canjayar et Castaras, élimine d'une part le problème posé par l'existence de la nappe de Castaras (cantonnée à cette zone dans l'interprétation de F. ALDAYA, op. cit.) et cadre très bien avec le fait déjà reconnu autour de la fenêtre de Turon ; la nappe de Felix (= Murtas) repose sur des horizons de plus en plus bas, de la nappe de Gador (jusque sur t1) à mesure qu'on va vers l'W.

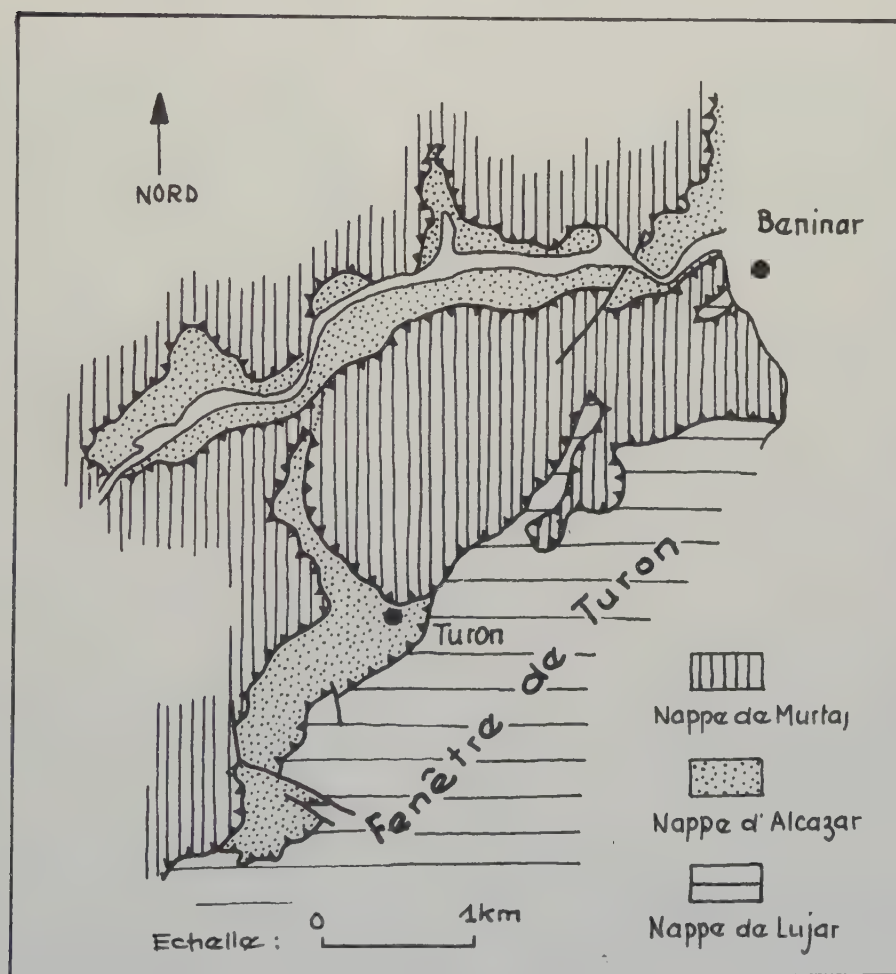


Fig.136.— Bordure N de la fenêtre de Turon. Interprétation tectonique de F. ALDAYA (1969 b).

Dans cette hypothèse, il faut voir aussi, à mon avis, la nappe de Gador reposer sur la nappe de Lujar, entre Turon et Beninar (sur la limite N de la fenêtre de Turon), dans les deux ensembles de formations rapportées aux nappes d'Alcazar et de Murtas par F. ALDAYA (op. cit.). Si l'on acceptait l'hypothèse de F. ALDAYA (fig.133 a et c), il faudrait trouver au moins une explication à l'absence très locale de micaschistes sous sa nappe de Murtas et à la disparition complète de sa nappe d'Alcazar sous la bande affleurant entre Turon et Beninar (fig.136).

Si l'on tente de poursuivre les corrélations de cette façon à l'W de Castarás, un autre problème surgit : F. ALDAYA (op. cit.) voit, entre Almejigar et Busquistar la nappe d'Alcazar reposer sur la nappe de Castarás et cette dernière s'étendre sur les Nevado-Filabrides. Or, dans l'interprétation que je viens de proposer, si l'on peut voir dans la nappe de Castarás la nappe de Gador, il faut voir aussi cette dernière dans la nappe d'Alcazar, et l'on a vu que la nappe d'Alcazar correspond autour de la fenêtre de Turon, à la nappe de Gador.

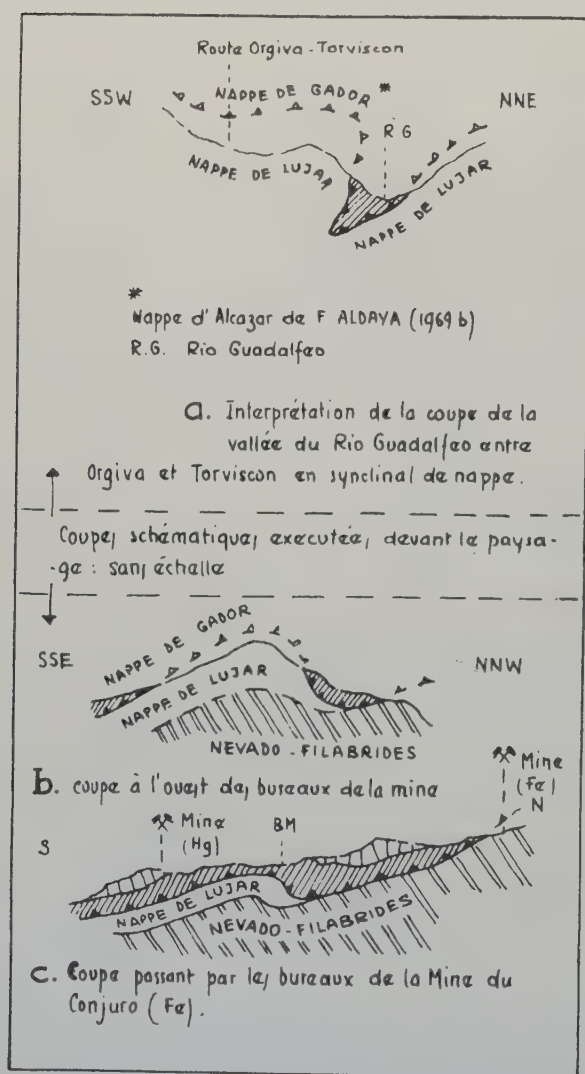


Fig.137 .— Interprétation des contacts dans les environs de la mine du Conjuero (à l'E d'Orgiva).

poser, si l'on peut voir dans la nappe de Castarás la nappe de Gador, il faut voir aussi cette dernière dans la nappe d'Alcazar, et l'on a vu que la nappe d'Alcazar correspond autour de la fenêtre de Turon, à la nappe de Gador. Sur la carte de F. ALDAYA (1969 b), entre Almejigar et Busquistar, les phyllites des deux nappes (Castarás = Gador) et Alcazar (= Gador) sont en contact par simple faille verticale, ce qui, à mon avis, et d'après leur aspect sur le terrain, incite à les rattacher à la même nappe (Gador) d'autant plus qu'elles reposent immédiatement à l'W de la mine du Conjuero, sur une série carbonatée qui pourrait être rattachée à la nappe de Lujar (fig.137 b et c). Elles occuperaient encore ainsi la même position que tout autour de la fenêtre de Sierra de Lujar. Cette interprétation ramène en gros à celle de J. WESTERVELD (1929) qui consistait à voir partout la nappe de Gador au-dessus de la nappe de Lujar. Les nombreux affleurements de phyllites (Permo-Trias) pinçés entre les roches carbonatées du cœur des fenêtres, et les micaschistes paléozoïques sus-jacents attribuables à la nappe de Murtas (= Felix) confirmeraient ces vues et la nappe de Gador ne serait représentée que par ses phyllites dans la plus grande partie des sierras de Lujar et Contraviesa.

Un dernier problème, accessoire il est vrai, subsiste dans ce secteur occidental de la Alpujarra : la littérature retient l'absence d'affleurements de la nappe de Lujar directement sur les Névado-Filabrides mais n'en donne aucune explication satisfaisante. Pour résoudre ce problème, il faudra attendre la connaissance détaillée de la géométrie du flanc N de la Sierra de Lujar qui paraît être un grand pli complexe déversé vers le N et postérieur à la mise en place des nappes : entre Orgiva et Torviscon, on pourrait voir une partie de ce pli dans les phyllites (nappe de Gador) qui affleurent dans la vallée du Rio Guadalfeo, pincées entre deux masses carbonatées qu'il faudrait rattacher à la nappe de Lujar dans le cadre de l'hypothèse présentée ici (fig. 137 a). En compliquant ce pli d'une faille, ce qui semble plausible, il devient aisé par construction, de faire réapparaître la nappe de Lujar au bord S de la Sierra Nevada, dans la région de Lanjaron - Orgiva.

S'il est ainsi possible de présenter une hypothèse (de travail) conduisant à un schéma structural plus simple et plus cohérent autour de la fenêtre de Turon et sur les deux flancs de la Alpujarra au moins jusqu'à Castaras, il faut aussi envisager ce que deviendrait cette hypothèse au S de l'axe orographique des Sierras Contraviesa et de Lujar, à l'W du secteur de la Parra.

5 - CORRELATIONS à TRAVERS la MOITIE MERIDIONALE de la ZONE PLUS OCCIDENTALE.

Pour F. ALDAYA (1969 b), les micaschistes de sa nappe de Murtas (= Gador I) chevauchent les phyllites de la nappe de Gador ss puis les roches carbonatées de la nappe de Lujar, au S de la fenêtre de Cerron. Ne pourrait-on pas admettre plutôt que ce contact file vers l'W, tout droit, à l'W de la Parra, au lieu de s'incurver vers le N ? A l'W de la Parra, les micaschistes de Gador I chevauchent à mon avis ceux de sa nappe de Murtas et le contact doit être tracé dans une grande bande noire de micaschistes broyés passant au N du hameau "Los Dagas" (fig.139). Ce contact se poursuit à l'W, entre Albuñol et la Méditerranée.

Au S de ce contact, les micaschistes de la nappe d'Adra (= Felix) surmontent les phyllites de Gador II et l'ensemble chevauche (accident post-nappe) les calcaires puis les dolomies, puis les phyllites et enfin les micaschistes de Gador I le long d'un contact qui disparaît dans la Méditerranée, près du village de El Pozuelo.

Plus à l'W, les phyllites de la nappe de Gador réapparaissent entre Albuñol et la côte méditerranéenne sous les schistes anciens de la nappe de Murtas, bien que F. ALDAYA (1959 b) ne les ait pas figurés. Plus à l'W encore, on pourrait les retrouver une fois de plus sous la série carbonatée de la Calahonda-Castel de Ferro ;

en effet, celle-ci renferme une série comprenant des dolomies avec des faciès " franciscaine " ou " franciscaine bréchique " et des calcaires bleutés analogues à t₃ de la nappe de Gador. De plus, le degré de métamorphisme atteint par le sommet de la série carbonatée rappelle tout à fait ce que l'on peut observer dans la coupe de la Parra. F. ALDAYA (1969 b) a rattaché cet ensemble à la nappe de Murtas. La puissante masse de micaschistes qui surmonte la série de la Calahonda pourrait alors être rattachée à la nappe d'Adra (=Felix).

Dans cette interprétation, les grands contacts anormaux passant par Motril et Alforon (F. ALDAYA, 1969 b) pourraient être raccordés au S d'Albuñol près de Los Bajos, à celui que j'ai déjà envisagé plus à l'E (allant de Los Bajos à la Haza de Las Parras, en passant par la Rambla Huarea, Los Dagas et le N de La Parra). Le schéma observé au S de la fenêtre de Turon se prolongerait ici où l'on aurait du N vers le S :

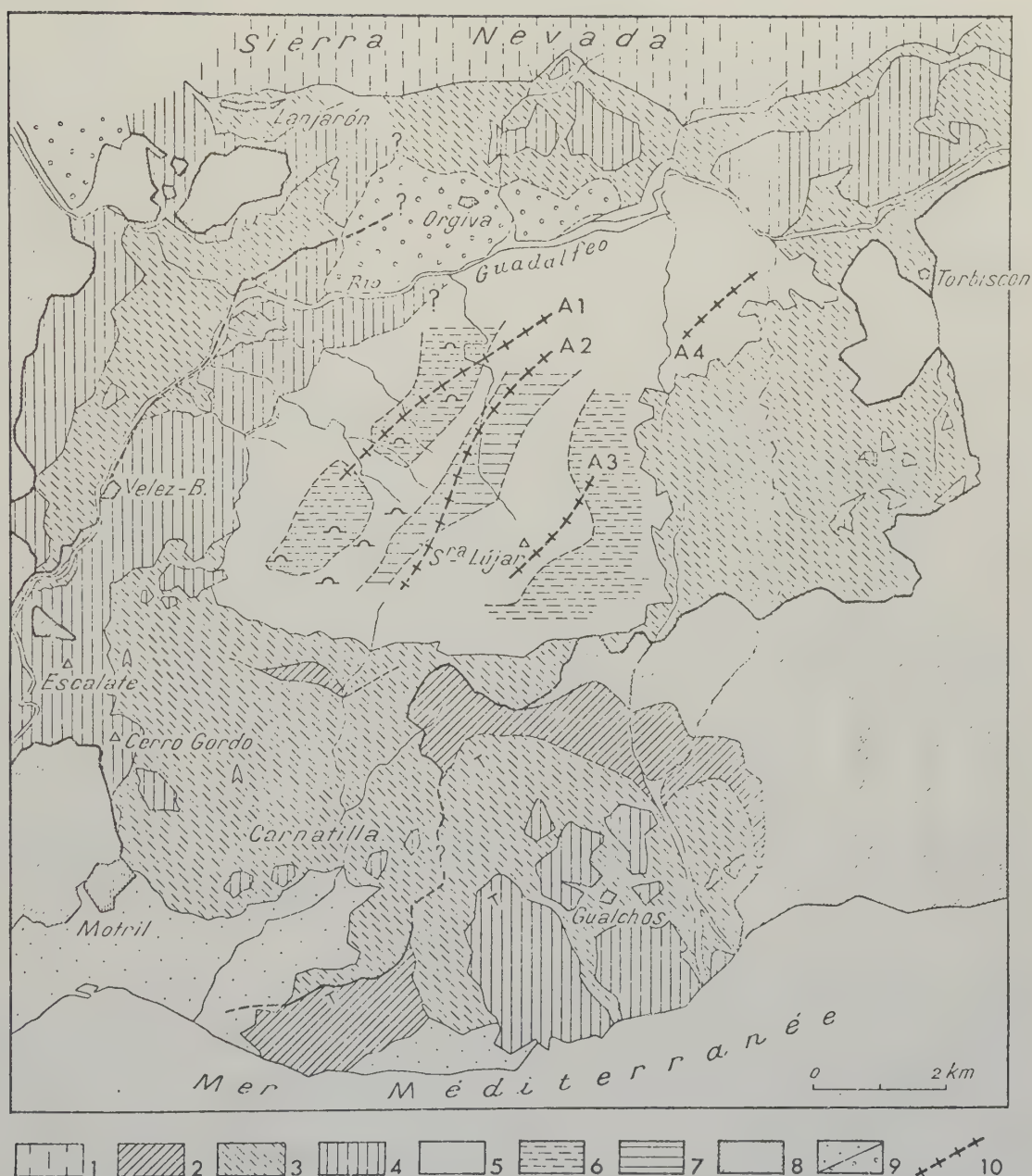
- la nappe de Lujar surmontée par la nappe de Gador ss ;
- un grand chevauchement d'une masse constituée par Gador I coiffée d'un fragment de la nappe de Murtas de F. ALDAYA (op. cit.) qui serait ici l'équivalent de sa nappe d'Adra (=Felix) actuellement divisé en deux par l'érosion (vaste lambeau au N de Los Yesos et petit témoin du Cabo Sacratif).

Ces tentatives d'interprétation ont été résumées sur la fig.139. Dans ce nouveau cadre, l'accident qui part du N de la Alqueria pour aller jusqu'à Motril apparaît plutôt comme un grand cisaillement post-nappe plutôt qu'un chevauchement. Il en est de même pour celui qui part de la Fuente Alta pour aller jusqu'à El Pozuelo où il se perd sous la Méditerranée.

6 - La TRANSVERSALE LANJARON-CABO - SACRATIF.

6.1. La structure d'ensemble

Les deux cartes au 1/50 000^e existant actuellement, concernant le rectangle approximatif Lanjaron-Castaras-Los Yesos-Motril sont très différentes ; celle de J. WESTERVELD (1929) ne figure dans ce secteur que deux nappes alpujarrides (Lujar et Gador) encadrées par les Névado-Filabrides à la base et la nappe de Guajar au sommet ; celle de F. ALDAYA (1969 b) montre au N l'empilement des nappes suivantes ; au-dessus des Névado-Filabrides, de bas en haut : Lujar, Castaras et Murtas (dans l'Alpujarra) puis, plus au S, les nappes de Lujar, Alcazar, Murtas et Adra. Pour cette dernière, au N de Castel de Ferro et au SW d'Albuñol, ses limites sont qualifiées de douteuses (F. ALDAYA, 1969 b, Annexe 1 - carte au 1/50.000^e.)



1 : schistes cristallins de la Sierra Nevada et de la Mischungzone ;
 2 : micaschistes à muscovite ; 3 : schistes et quartzites sériciteux et chloriteux à passées de calcaires interstratifiés et à gypse ; 4 : roches carbonatées triasiques en série normale (unité de Lanjaron et unité de l'Escalate entre autres) ; 5 : roches carbonatées triasiques en série inverse (unité de Lujar de R. W. Van Bemmelen) ; 6 et 7 correspondent à des faciès particuliers de ces roches qui permettent une reconstitution de la topographie du fond marin à l'époque de leur dépôt

(6 : zones de hauts-fonds ; 7 : zone médiane du sillon séparant ces hauts-fonds) ; 8 : schistes cristallins à biotite et à grenats (unité d'Guajar, tout au moins en ce qui concerne les affleurements situés dans la moitié nord-ouest de la région considérée) ; 9 : formations postorogéniques ; 10 : axes anticlinaux mineurs principaux (A 1 : anticlinal de los Hornos ; A 2 : anticlinal de los Castillejos ; A 3 : anticlinal de los Pelaos ; A 4 : anticlinal du Mojon).

Fig. 138. — Environnement géographique et structural de la Sierra de Lujar.

(les contours extérieurs à la Sierra proprement dite sont, pour l'essentiel, de J. WESTERVELD, 1929). (Extrait de J. BOULIN, P. DIMPAULT DARCY et H. LEROY, 1966, fig. 1).

Dans un schéma structural publié par J. BOULIN et al. (1966), et très largement inspiré de J. WESTERVELD (1929, on trouve au-dessus de la nappe de Lujar les unités de Lanjaron, de l'Escalate et de Guajar, au N ; les unités de Lanjaron et de Guajar au S, cette dernière englobant plus particulièrement les affleurements de calcaires de la Calahonda - Castel de Ferro. Ici encore, (fig.138), il y a un doute sur un tracé de contact : entre la nappe de Guajar et les unités de l'Escalate et de Lanjaron, à l'E de Mortil, où la nappe de Guajar englobe les schistes attribués à la nappe d'Adra au SE de Motril par F. ALDAYA (1969 b).

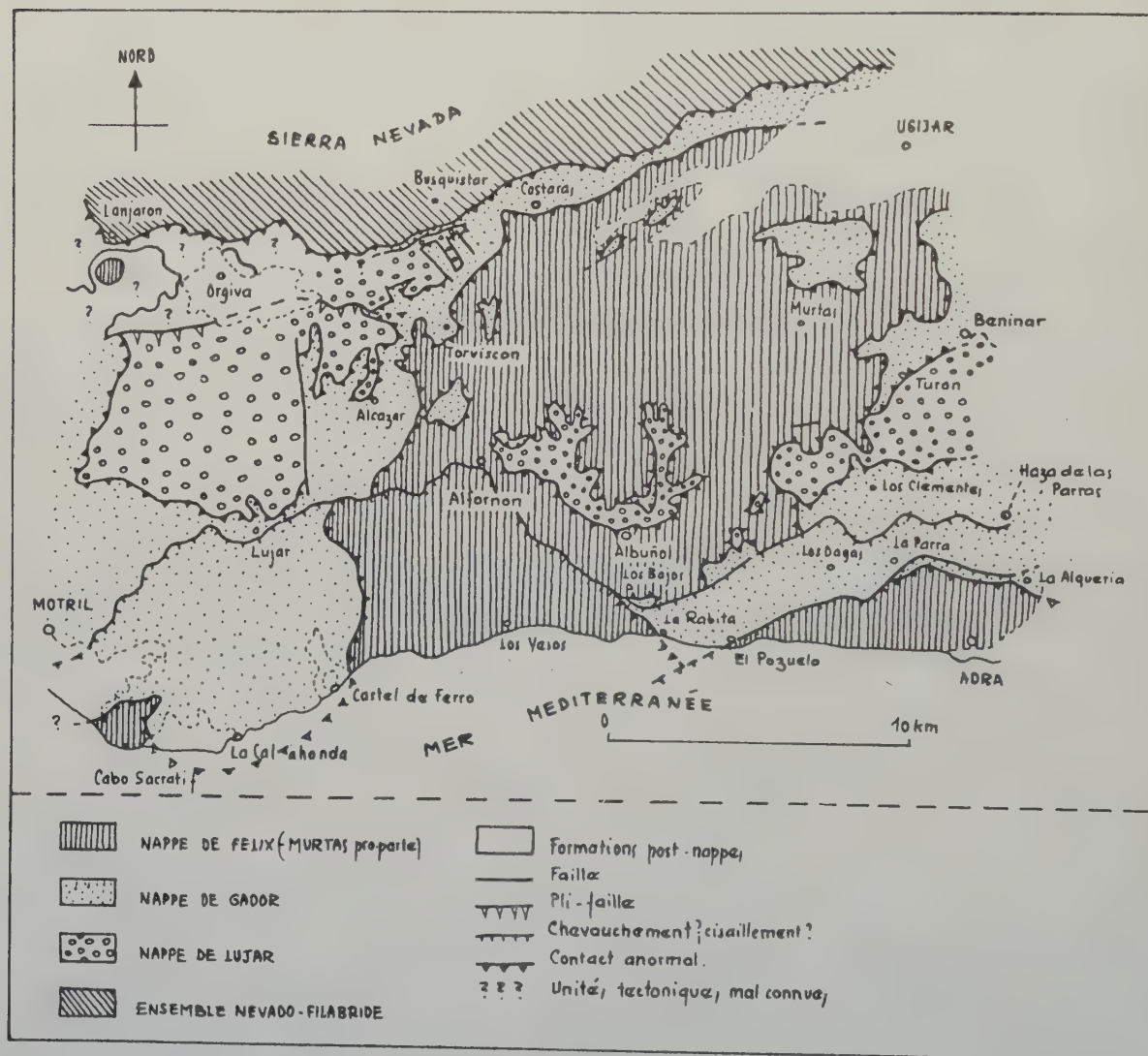


Fig.139. — Nouvelle interprétation de la structure des Sierras de Lujar et Contraviesa.
Schéma structural réalisé à partir des cartes de F. ALDAYA au 1/50 000 e et de levés personnels.
(voir explications dans le texte).

Dans le cadre des interprétations qui viennent d'être proposées, on peut maintenant suggérer un schéma structural différent, qui ne revient finalement qu'à modifier l'interprétation d'un seul des contacts reconnus par F. ALDAYA (1969 b). Pour que ce schéma devienne cohérent, il faut encore une fois revenir sur la cartographie de la région de Lanjaron et poser la question : dans les unités représentées sur ce secteur, pourquoi aucun auteur n'a-t-il voulu voir la nappe de Lujar affleurer sur les Névado-Filabrides ? Géométriquement, il semble aisé de l'envisager (fig.140).

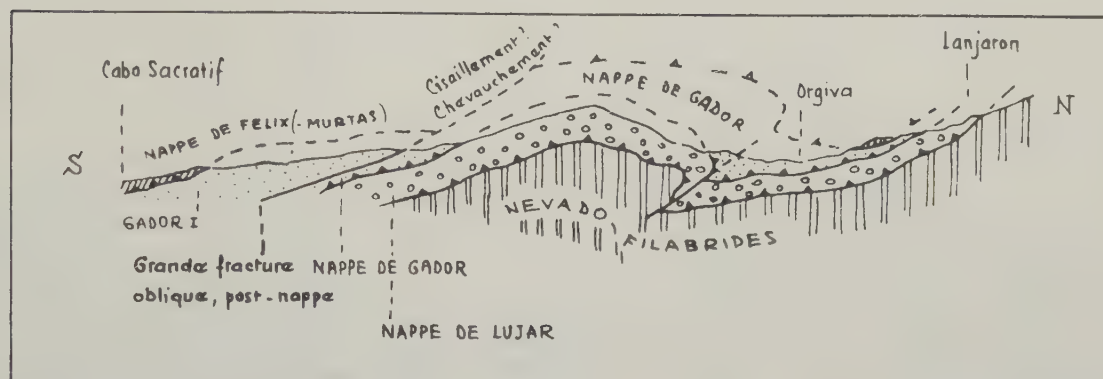


Fig.140.- Interprétation proposée à titre d'hypothèse de travail pour la transversale Cabo Sacratif - Lanjaron. (schématique, sans échelle).

Il semble d'ailleurs que F. ALDAYA (1969 b) ait fait un pas dans ce sens en interprétant certains coins calcaires (Penon del Yeso) de ce secteur comme des lambeaux de la nappe de Lujar (p. 293, fig. 39).

Sur ce point encore, ces vues ne doivent être considérées que comme une hypothèse de recherche que je n'ai tenté d'élaborer que parce qu'il ne me paraissait pas encore possible de raccorder définitivement la géologie des zones internes centrales à celle des zones internes occidentales.

Toutefois, avant d'abandonner les Sierras de Lujar et Contraviesa, un dernier point reste à examiner : F. ALDAYA (1969 a) s'est livré à une analyse des structures tectoniques de détail en sept points particuliers de la moitié méridionale et surtout occidentale du secteur qu'il a étudié. Les mesures qu'il y a effectué se répartissent de la façon suivante :

- Nappe d'Alcazar : 1 station (au N de Motril)
- Nappe de Murtas : 3 stations (au N de Motril, près de Lujar)
- Nappe d'Adra : 3 stations (au S E d'Adra, à l'E de Castel de Ferro, entre la Parra et Adra).

Ces travaux méritent quelques remarques.

6. 2. Les structures de détail

Les deux cents mesures effectuées sur ces sept stations ont révélé d'après F. ALDAYA (1969 a) l'existence des déformations suivantes, relevées dans les formations indiquées par la fig.141:

- a) axes de plis d'entraînement de direction N 75-80 E
- b) axes de plis de direction N 5 E
- c) axes de plis de direction N 80 E

	NAPPE D'ALCAZAR	NAPPE DE MURTAS	NAPPE D'ADRA
Série des phyllites et quartzites	x	x	
Série supérieure de micaschistes		x	[x(?)] x x
Série inférieure de micaschistes		x	[x(?)]

Fig. 141. — Localisation des stations de mesures effectuées par F. ALDAYA (1969 a) dans la série lithostratigraphique de ses nappes alpujarrides. — ? imprécision concernant une des stations. — On trouvera la localisation de ces stations sur la fig. 130.

Selon F. ALDAYA (1969 a) tous les plis d'entraînement montrent un déversement vers le N. Compte tenu de ce fait et de quelques autres (direction des stries de friction sur les plans de charriage en particulier) l'auteur en déduit la mise en place des nappes alpujarrides dans un sens S-N. Dans le résumé accompagnant sa publication, F. ALDAYA (1969 a) insiste sur le fait que sa cartographie d'ensemble exclut la possibilité d'une liaison entre les plis de détail et des plis de plus grande amplitude

pourtant, près de la Haza de Las Parras (vallée du Rio Grande de Adra), les structures de détail déversées vers le N sont nombreuses à proximité du départ de l'accident séparant la nappe de Gador ss de Gador I. On peut les observer dans les micaschistes et dans la série t₁. L'existence même de ces plis (EW) associés à l'accident divisent la nappe de Gador en deux sous-unités ; leur situation dans le prolongement de la zone où F. ALDAYA a effectué ses mesures (au S de l'axe orographique des Sierras de Lujar et Contraviesa) et les incertitudes cartographiques qui pèsent encore sur le secteur où sont localisées six des sept stations m'obligent à considérer son interprétation sur le sens des charriages avec beaucoup de circonspection : les structures de détail observées par F. ALDAYA (1969 a) ne pourraient-elles pas être liées plutôt aux grands cisaillements tardifs que je viens d'envisager ?

F. ALDAYA (1969 a) a considéré toutes ces déformations comme alpines s.l. et il est à souligner qu'elles ne renfermeraient pas une autre direction qualifiée d'"alpine précoce" (N. 40. E) relevée sur tous les affleurements de roches carbo-

natées de la nappe de Lujar (F. ALDAYA, 1969 b) et qui semblerait apparaître ainsi comme propre à cette nappe et, au moins sur cette transversale et dans la Sierra de Lujar, affecterait l'ensemble de sa série carbonatée (J. BOULIN et al. 1966, fig.1).

Si l'on tient compte du fait que la série carbonatée de la nappe de Lujar rappelle beaucoup celle de la nappe de Gador (avec une masse dolomitique moins uniforme, cette tectonique, au moins par sa direction, pourrait être rapprochée de celle qui n'est observable que dans t₃ de la nappe de Gador. D'E en W, on pourrait imaginer ainsi un phénomène qui ne se manifesterait pas partout avec la même intensité en raison des différences de constitution lithologique ou qui n'affecterait l'ensemble de la série d'une nappe qu'à partir d'un certain étage tectonique, plus profond que celui de la nappe de Gador.

7 - AGE RELATIF des GRANDS ACCIDENTS TARDIFS REPERES sur la TRANSVERSALE d'ADRA - UGIJAR.

Les deux grands accidents meurent (ou naissent) au sein de la série de la nappe de Gador et se poursuivent à l'W dans la Sierra Contraviesa. Nulle part, le long de leur tracé, il n'a été trouvé de formations postérieures au Trias supérieur (probable) impliquées.

L'absence totale de Néogène impliqué, contrairement à ce que l'on observe dans d'autres accidents (au N et à l'E de la Sierra de Gador en particulier) incite à envisager ceux-ci comme antérieurs au Néogène.

Cette hypothèse de départ paraît confirmée par le fait que le plan de chevauchement de Gador II sur la nappe de Gador I épouse la forme de la dépression de Berja. Cette dépression d'allure synclinale complexe a une forme acquise après le Tortonien puisque celui-ci y est ployé en synclinal (structure de Las Almagreras - Castala).

Par contre, entre Berja et Dalias, on voit nettement ce chevauchement recouper les structures observables dans les calcaires t₃ de la nappe de Gador (fig. 142), plis de détail d'orientation N 40 E auxquels sont associés les phénomènes de dynamométamorphisme décrits lors de l'étude de la nappe de Gador.

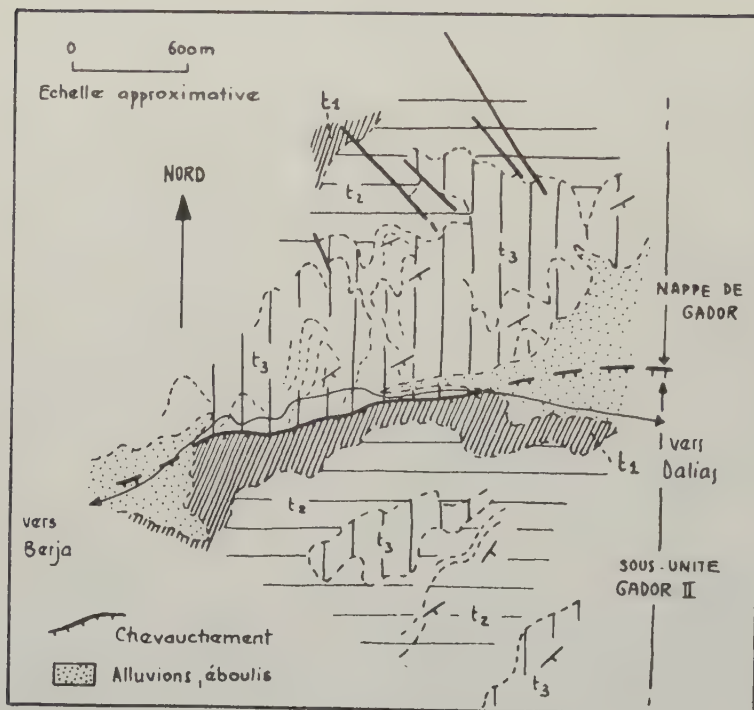


Fig.142. — Tectoniques superposées entre Berja et Dalias.

temporaire de la formation de ces grands accidents et ceci, à cause de sa forme et de sa disposition par rapport à ces derniers et parce qu'elle ne renferme pas non plus de Néogène impliqué.

Dans la tentative de synthèse structurale, il faudra revenir encore sur ces grands accidents dont l'importance apparaît dès maintenant majeure.

8 — CONCLUSIONS.

Dans la Sierra de Gador, si l'on fait abstraction de la tectonique post-tortonienne, la constitution de l'édifice de nappe est assez simple : on observe nettement soit peut-être trois ensembles superposés, à l'E, soit quatre, à l'W, où vient s'intercaler la nappe de Lujar entre les Névado-Filabrides et la nappe de Gador. Au SW de la zone étudiée, deux complications apparaissent : deux grands accidents cassants obliques (cisaillement) affectant l'édifice de nappes déjà constitué.

J'avais envisagé que l'âge de ces accidents était probablement contemporain de la mise en place des nappes (J.P. JACQUIN, 1968 b). La reconnaissance de leur tracé plus occidental (du Rio Grande de Adra) montre qu'ils affectent deux éléments au moins de l'édifice de nappes déjà superposés : la nappe de Gador et la nappe de Felix (Murtas de F. ALDAYA pro-parte). Il faut donc les envisager maintenant comme postérieurs à la réalisation de l'édifice de nappes.

Pour terminer, il convient encore de remarquer que la grande structure plissée en "S", accompagnée de légers chevauchements, de la zone du Pic de la Estrella (NE de Berja) pourrait être considérée comme con-

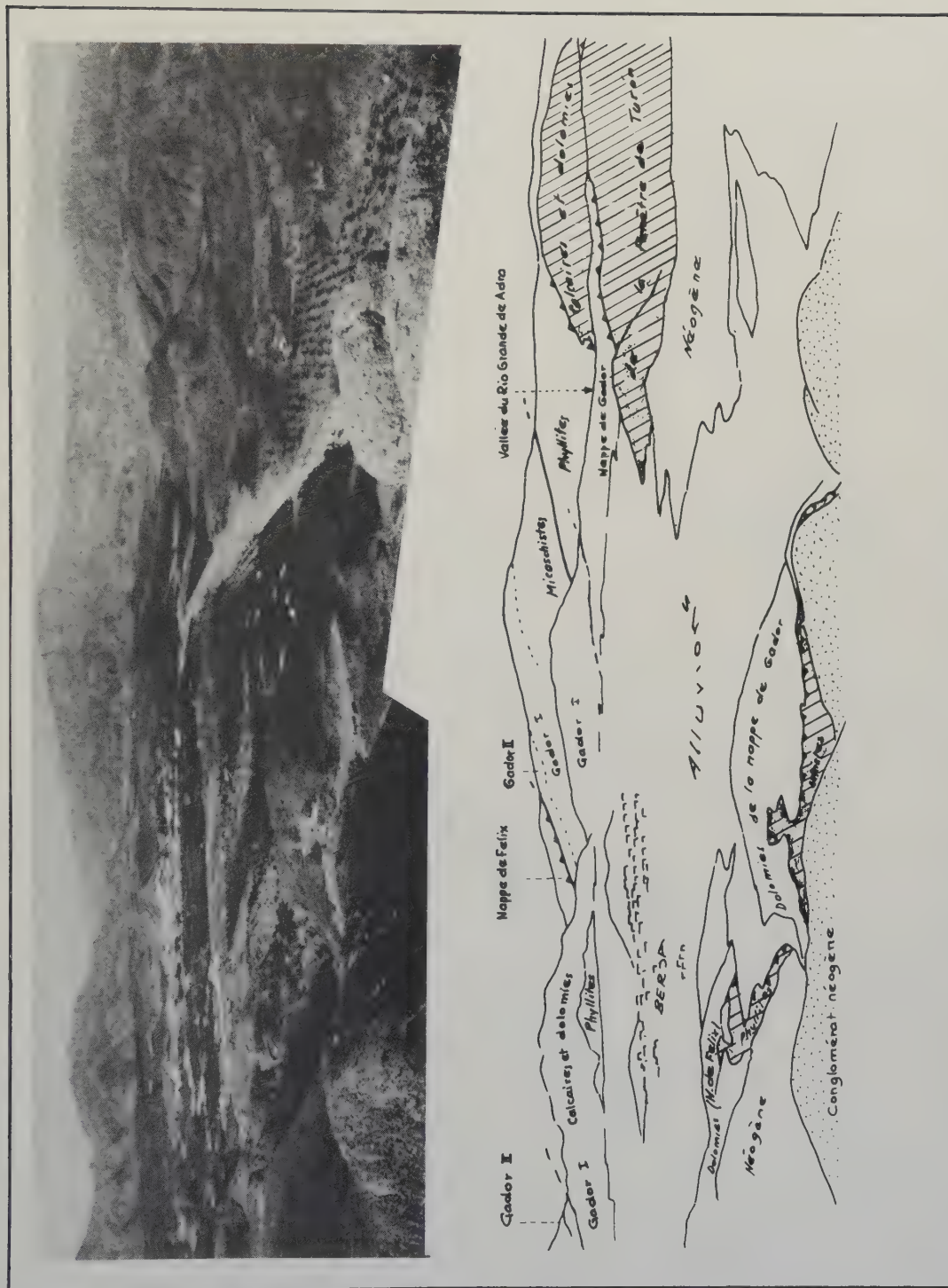


Fig. 143. — Relations entre les divers éléments tectoniques représentés dans les environs de Berja. (voir aussi la fig. 144).

Cette image simple, évidente par le fait que les séries des nappes sont ici relativement complètes, pourquoi s'arrêterait-elle brusquement au Rio Grande de Adra ? Les interprétations qui viennent d'être proposées à titre d'hypothèse pour la zone occidentale me paraissent répondre d'une manière assez satisfaisante à cette question. Pour savoir si elles sont vraiment correctes, il faudra reprendre l'étude de quelques points sur le terrain et en particulier les zones situées au S d'Albunol, à l'E NE de Lujar et les environs de Lanjaron et Orgiva. Pour les deux premiers points, l'outil de la microtectonique appliqué aux niveaux comparables des diverses nappes éventuelles et à des secteurs situés au S et au N des chevauchements ici présumés apporterait certainement des informations utiles ; les résultats obtenus devraient ensuite être comparés aux mesures qu'il faudrait effectuer entre la fenêtre de Turon et Adra (où les faits majeurs apparaissent clairement (fig.143 et 144) et entre la fenêtre de Turon et Darrical, par exemple (pour faire la part des déformations postérieures et des déformations contemporaines de la mise en place des nappes). En attendant de tels résultats, l'hypothèse avancée conduirait au schéma tectonique régional reproduit sur la fig.145.

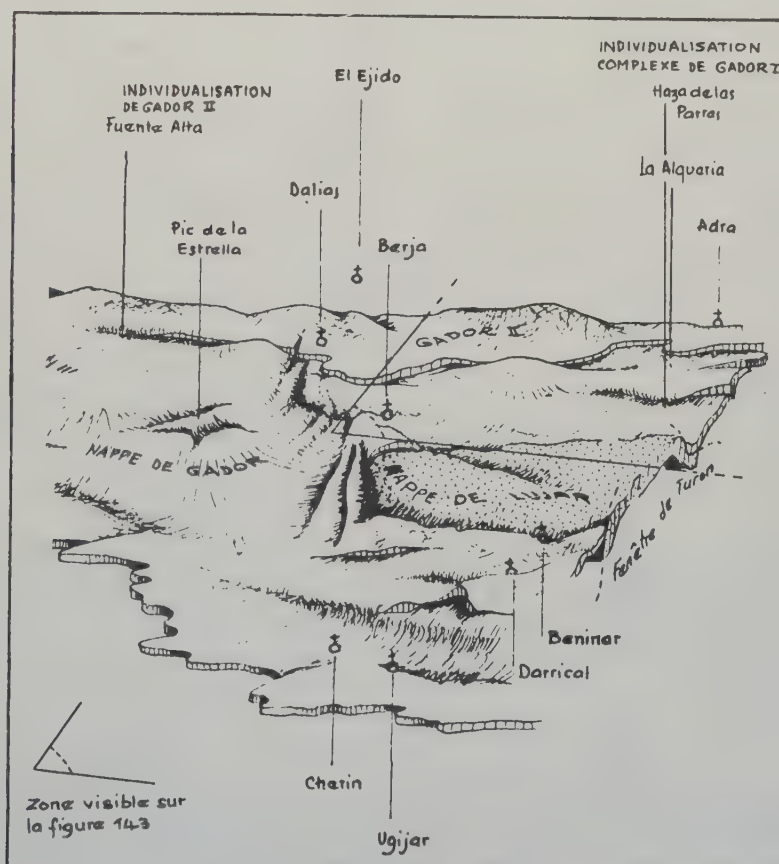


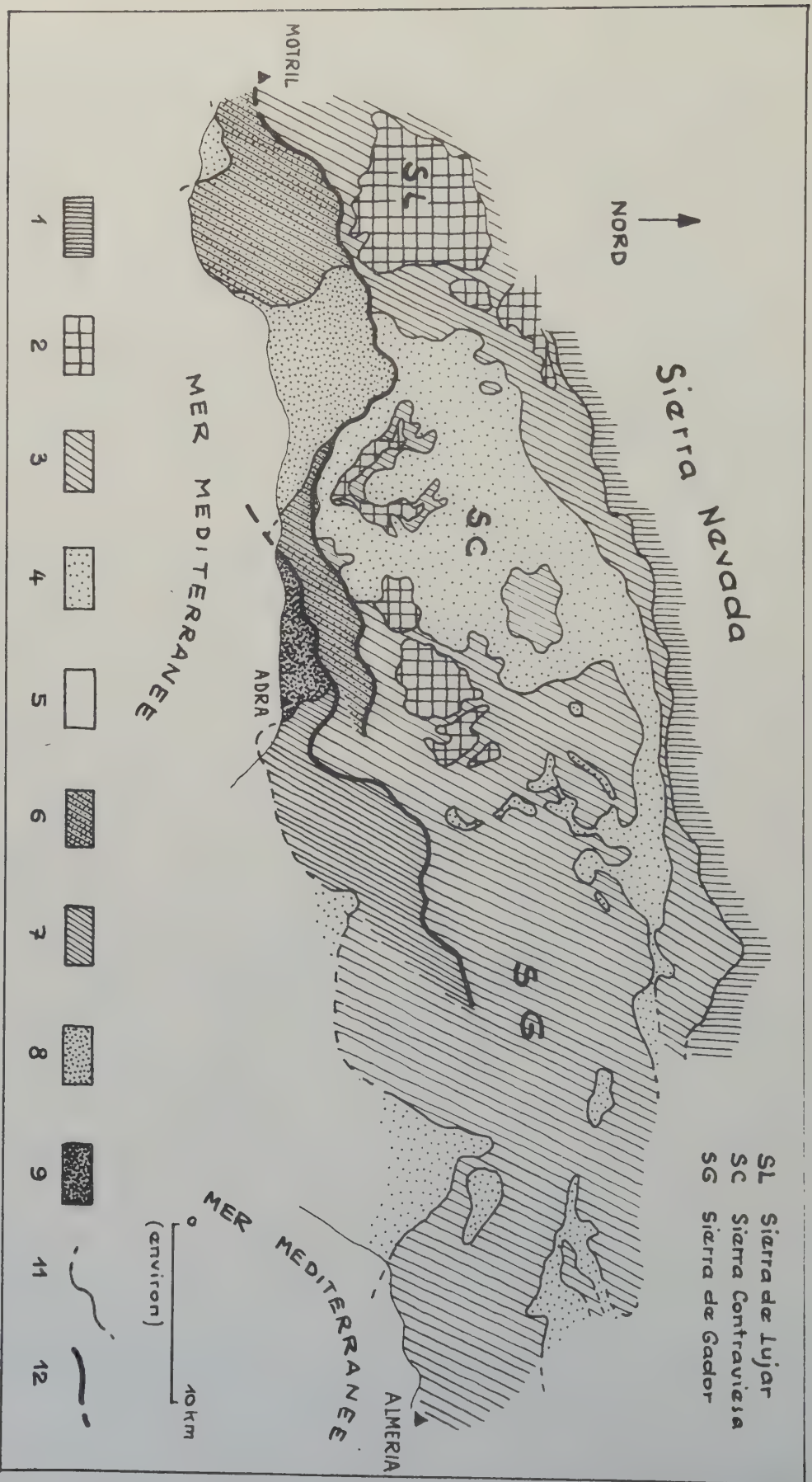
Fig.144 .- Représentation spatiale de l'extrémité occidentale de la nappe de Gador. Localisation des faits visibles sur la figure précédente : individualisation des unités Gador I et Gador II.

Fig. 145. -

Schéma structural d'une partie des zones internes comprise entre la Sierra Nevada et la Mer Méditerranée, entre Motril et Almería. Interprétation proposée.

1. Ensemble Névalo-Filabride ; 2. Nappe de Lujar ; 3. Nappe de Gador ss ; 4. Nappe de Felix ;
5. Lambeaux malaguides ; 6. Gador I ; 7. Gador II ; 8. Felix I* ; 9. Felix II* ; 11. Contact anormal ;
12. Cisaillement affectant l'ensemble de l'édifice.

* Comme j'ai appelé Gador I et Gador II les fragments de la nappe de Gador situés au-dessus des cisaillements, on pourrait voir ici les fragments Felix I et Felix II de la nappe de Felix (= Murtras pro parte et nappe d'Adra).



CHAPITRE XII

INTERPRETATION REGIONALE

1 - GENERALITES

1.1. Les synthèses sur les chaînes bétiques

Depuis le début des études géologiques dans les chaînes bétiques, plusieurs synthèses ont vu le jour au cours des quarante dernières années. Ces synthèses visent une partie des chaînes et surtout le domaine interne et son interprétation (H.A. BROUWER, 1926 ; M. BLUMENTHAL, 1935) ou la totalité des chaînes (R. STAUB, 1934 ; P. FALLOT, 1948) avec l'accent mis sur l'importance de la tectonique tangentielle reconnue par tous ces auteurs. De rares tentatives de reconstitutions paléogéographiques ont été tentées (R. BRINKMANN et H. GALLWITZ, 1933 ; P. FALLOT, 1948). A noter que dans cette littérature moderne, seuls J. SERMET (1934) et, peut-être, N. LLOPIS LLADO (1954)⁽¹⁾ ont nié l'existence des grands recouvrements dans les zones internes.

A une autre échelle, les chaînes bétiques ont été incorporées dans des synthèses plus vastes concernant l'interprétation de la structure de la Méditerranée occidentale (H. et G. TERMIER, 1957 ; L. GLANGEAUD, 1968) dont la dernière en date (R.W. BEMMELEN, 1969) fait beaucoup appel aux données géophysiques récentes.

A propos du domaine interne, toutes les interprétations "nappistes" ont fait appel à des mouvements orientés du S vers le N (de l'intérieur vers l'extérieur de la chaîne) au cours desquels des domaines de plus en plus méridionaux venaient se mettre en place les uns sur les autres pour constituer un édifice dont l'architecture de détail n'était encore que partiellement connue ⁽²⁾.

⁽¹⁾ Dans l'article cité en référence, N. LLOPIS LLADO ne nie pas complètement l'existence de nappes dans le Bétique puisque (p. 275), il parle d'unité alpujarride. Je n'ai pas pu consulter un autre article du même auteur (1955) où sa position à ce sujet serait plus tranchée (M. DURAND DELGA, renseignement oral).

⁽²⁾ On trouvera des analyses de ces travaux en particulier dans J. BOULIN (1968) et C. G. EGELER, et O. J. SIMON (1969) en ce qui concerne plus particulièrement les interprétations des zones internes.

A mesure que progressait la connaissance de détail de cet édifice (tant dans les zones internes que dans les zones externes), les problèmes posés par la reconnaissance de structures régionales, d'ensembles régionaux et les essais de corrélations entre ces éléments se firent de plus en plus difficiles à expliquer dans le cadre des solutions énoncées et M. DURAND DELGA (1963 et 1966) proposa une interprétation percutante (elle tient dans un schéma de 10 cm de longueur, fig. 147), qualifiée d'"ingénieuse" et de "révolutionnaire" par les auteurs hollandais C.G. EGELER et O.J. SIMON, 1969, p. 68). Cette dernière hypothèse fait appel à des phénomènes de succion infracrustale (O. AMPFERER, 1906 et 1939 ; E. KRAUS, 1958), au cours desquels, dans les zones internes, l'élément tectonique le plus élevé (Ensemble malaguide) ne se serait guère déplacé, tandis que l'élément le plus profond de l'édifice (les Névado-Filabrides) aurait subi la translation la plus importante. C.G. EGELER et O.J. SIMON (1969) ont qualifié ce dernier point de "surprenante nouveauté". Cette interprétation a l'avantage de résoudre le problème de certaines parentés de faciès entre le Subbétique interne et les Malaguides reconnues aussi par H.J. MAC GILLAVRY et al. (1964) et surtout le grand mérite d'avoir fait réfléchir les géologues travaillant dans les chaînes bétiques sur un modèle nouveau. J. PAQUET (1967 b) puis F. FERNEX (1968) et à un moindre degré J. BOULIN (1968) apportèrent des arguments en faveur de cette hypothèse séduisante.

Depuis, C.G. EGELER et O.J. SIMON (1969 a et b), au bout de plusieurs années de recherches effectuées par eux-mêmes et d'autres géologues hollandais, conduites surtout dans les zones internes (à l'E de la province d'Almeria et dans la province de Murcie), ont rassemblé les nouvelles données acquises dans un article débouchant sur une synthèse de toutes les zones internes qui invoque elle aussi le surcharriage mais diffère quelque peu des interprétations antérieures. Dans la réalisation de l'édifice actuel, ces auteurs voient d'abord la formation d'une "pile de nappes initiale" (accompagnée d'un métamorphisme syncinématique alpin) suivi d'une remise en mouvement le long des "contacts initiaux" désorganisant plus ou moins l'édifice primitif. Pour eux, les translations se sont faites du S vers le N, à partir d'un schéma paléogéographique où l'on aurait eu, du N vers le S : les Névado-Filabrides, le domaine de Ballabona - Cucharon, le domaine alpujarride puis le domaine malaguide. Finalement, l'édifice serait remodelé par des "mouvements post-nappes" complexes et affecté par un métamorphisme statique.

Ces idées ont fortement influencé F. ALDAYA (1969 b) qui les a suivies en séparant la nappe de Lujar (la plus basse du secteur qu'il a étudié) de l'ensemble des nappes alpujarrides. On a vu qu'à ce propos, cette distinction était sans fondement si l'on se basait sur l'origine du terme dans la littérature géologique puisque la nappe de Lujar faisait partie des nappes alpujarrides définies par

H.A. BROUWER et ses élèves. L'ensemble des travaux de O.J. SIMON (1963, 1964, 1967 et 1969 in C.G. EGELER et O.J. SIMON, 1969 a et b) ont eu finalement pour résultat de jeter une regrettable confusion sur le terme "alpujarride" qui souffrait déjà, dans son sens géographique, d'une fâcheuse imprécision ⁽¹⁾ due aux usages que l'on en fait localement et dans la littérature. Il faudra donc revenir immédiatement sur l'emploi de ce terme.

Pour en terminer avec les interprétations sur le sens des charriages, il faut encore citer les idées de F. ALDAYA (1969 b). Pour lui, le découpage en nappes est complètement indépendant de la paléogéographie ⁽²⁾ et celles-ci se sont empilées dans le sens SN ; par la suite, un sous-charriage vers la Méditerranée aurait pu se produire.

Cette constatation à propos des rapports entre la paléogéographie et le découpage en nappes oblige à revenir encore sur l'emploi du terme alpujarride : dans ces conditions, faut-il lui donner un sens structural ou paléogéographique ? Quel sens avait-il auparavant ? Il y a là un problème de nomenclature qui ne s'arrête pas aux alpujarrides, mais peut être étendu au moins aux autres domaines internes. C'est reposer la question de la continuité longitudinale des grands ensembles, déjà envisagée par F. FERNEX (1968) : ces grands ensembles

(1) Quant à son origine étymologique pour compléter le tableau, si l'on se réfère à J.A. TAPIA (1966), elle est pour le moins discutée ! En effet, on ne sait pas si ce nom vient de Abraham ABUXARRA qui conquiert la région en 711, ou de la corruption de "albogela o fortalezas de Los conjurados" nom donné aux tours que bâtaient les habitants révoltés contre les Emirs de Cordoue, etc Il semble que l'auteur ait finalement un faible pour retrouver son origine dans le "puig = pujar" désignant une chose élevée, issu du latin "pugium" ou le "alpes" latin qui pourrait entrer aussi dans Alpujarra. Le fait de parler de dépression de la Alpujarra (J. SERMET, 1956) ou pire, de basse-alpujarride, serait donc très impropre. Finalement, c'est dans la littérature géologique d'il y a quelques décennies qu'on trouve le meilleur emploi de l'adjectif alpujarride.

(2) A ma connaissance, F. ALDAYA (1969 b) est le premier à avoir souligné clairement ce fait qui est démontré ici à propos des nappes de Gador et de Felix. Le fait de n'avoir pas envisagé cette question a conduit C.G. EGELER et O.J. SIMON (1969) à voir les éléments tectoniques définis sur un petit secteur (en fait, dans leur construction, tout tourne autour des éléments reconnus en Sierra de Almagro pour ce qui est du domaine alpujarride) comme aussi des entités paléogéographiques dont ils ont voulu retrouver à tout prix les mêmes faciès ailleurs. Après cette remarque, on se demande pourquoi F. ALDAYA (op. cit.) a rangé lui aussi la nappe de Lujar dans l'ensemble de Ballabona-Cucharon dont la série est assez différente de celle de ce dernier.

représentent-ils des entités à la fois structurales et paléogéographiques ou non ? Et le problème se complique encore avec la reconstitution paléogéographique donnée par M. J. PAVILLON (1969) où "Névadides" et "Filabrides" (fig.146) sont séparés.

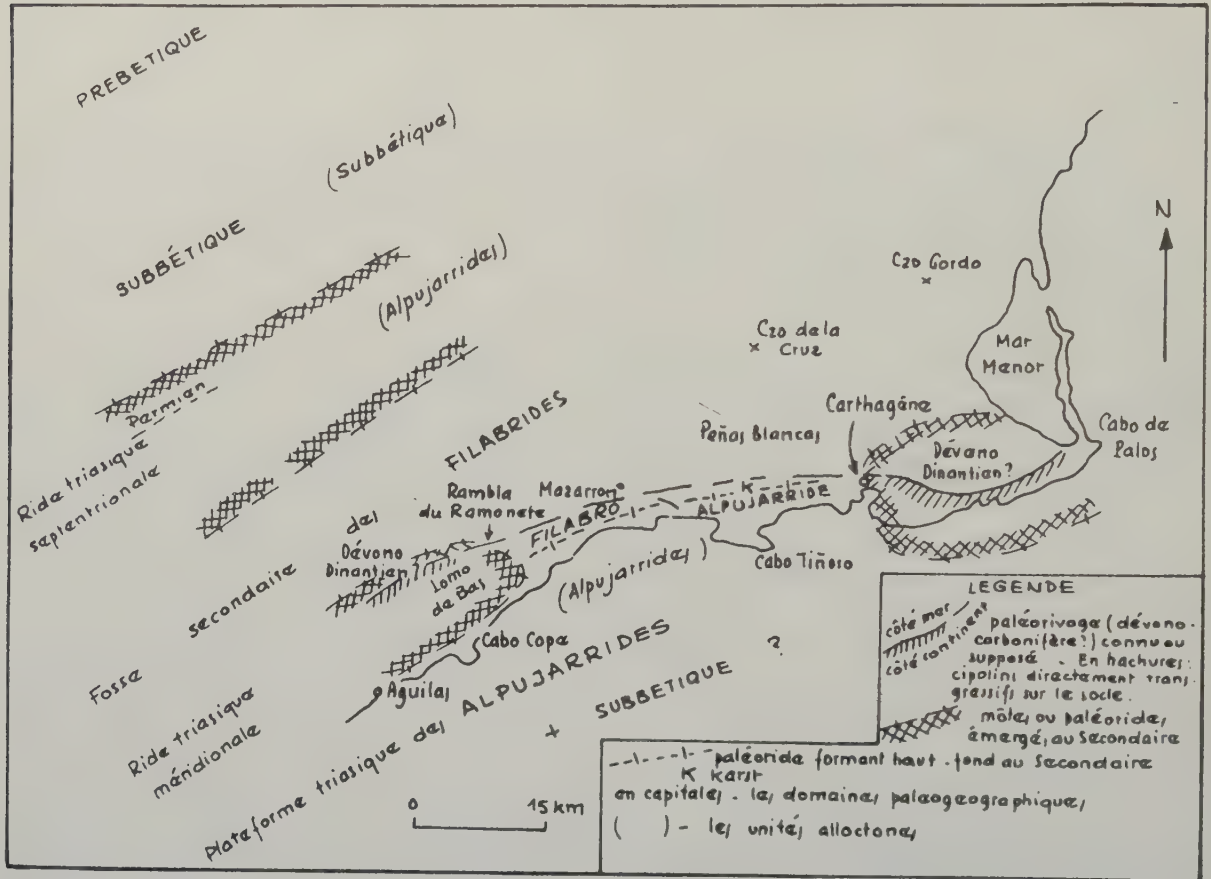


Fig.146. — Schéma paléogéographique extrait de M. J. PAVILLON (1969).

1.2. Les problèmes de nomenclature et leurs répercussions sur les synthèses dans le domaine interne.

Dans tout le domaine interne, les Malaguides (M. DURAND DELGA, 1963) et les Névalo-Filabrides (M. DURAND DELGA, 1963 ; C. G. EGELER, 1963) paraissent structuralement et partout bien délimités au moins dans toutes les cartes de l'Ecole française ou de toute l'Ecole hollandaise, même s'il y a désaccord sur certaines zones entre les deux Ecoles. Ces deux ensembles encadrent maintenant, de haut en bas, des unités "intermédiaires" de M. DURAND DELGA (1966), les "Alpujarrides" (terme ayant perdu son sens primitif) et le domaine de Balla-bona-Cucharon" de C. G. EGELER et O. J. SIMON (1969 a et b).

Si l'on considère l'Ensemble malaguide comme l'ensemble interne le plus élevé structuralement, on s'aperçoit (fig. 45, 46 et 47) que sa composition varie d'W en E à la fois dans ce qu'on pourrait appeler très grossièrement "sa semelle" et "sa couverture" et qu'il pourrait y avoir une relation entre les variations de la "semelle" et de la "couverture" c'est dire que la notion structurale d'ensemble malaguide recouvre plusieurs domaines paléogéographiques paléozoïques et au moins mésozoïques. A l'intérieur de cet ensemble, il n'y a probablement pas de continuité paléogéographique longitudinale.

Sur une transversale donnée et du seul point de vue structural, la distinction des "unités intermédiaires" paraît facile à réaliser (F. FERNEX, 1968 ; M. DURAND DELGA, 1968) mais, d'une transversale à l'autre, retrouve-t-on les mêmes ? Sur la zone étudiée par F. FERNEX (1968), la quantité d'unités de type "intermédiaire" reconnue paraît prouver le contraire. Quant à leur constitution (représentative de leur origine paléogéographique), elle varie rapidement sur un même niveau structural ; pour s'en rendre compte, il suffit de tenter des corrélations entre les unités décrites par Th. B. ROEP et H. J. MAC GILLAVRY (1962) et F. FERNEX (1963) dans la région de Lorca-Velez Rubio. Là encore, le concept d'"unités intermédiaires" ne couvre pas un ensemble paléogéographique homogène.

Plus bas dans l'édifice, au niveau des Alpujarrides, au sens attaché à ce terme avant 1963, on trouve un ensemble de nappes renfermant beaucoup, peu ou pas de Paléozoïque schisteux, un Trias mince ou puissant avec des séries renfermant beaucoup, peu ou pas de niveaux gypseux, une masse dolomitique homogène ou entrelardée de calcaires, des séries avec ou sans roches vertes etc Ce sont ces différences qui ont poussé O. J. SIMON (1964) à définir un nouvel ensemble structural ("The Almagro unit : a new structural element in the Betic zone ?"). Aujourd'hui, d'W en E, les Alpujarrides de J. BOULIN (1968) apparaissent comme des séries à Paléozoïque et Mésozoïque épais, fortement métamorphiques ; les Alpujarrides de F. ALDAYA (1969 b) renferment un Paléozoïque puissant et un Trias réduit pour des raisons tectoniques et stratigraphiques selon l'auteur, dont il a exclu la nappe de Lujar (élément ayant servi à définir, justement, ces Alpujarrides) ; les Alpujarrides des auteurs hollandais (ensemble dit de Variegato) auraient des affinités "intermédiaires" si on les compare aux nappes de Lujar et de Gador de J. WESTERVELD (1929) qui doivent être considérées comme alpujarrides typiques ; les corrélations entre les Alpujarrides de F. FERNEX (1968) et les Alpujarrides des auteurs hollandais, je l'avoue, ne me sont pas apparues évidentes. Les Alpujarrides de M. J. PAVILLON (1969) sont constitués par un ensemble autochtone et une nappe recouvrant les "Névadides" et pour cet auteur, il y a une relation entre les styles tectoniques et ses différents domaines paléogéographiques (ce qui n'est plus vrai dans la moitié occidentale interne de la chaîne) et un passage progressif entre les séries alpujarrides (non métamorphiques) et les séries Filabrides (métamorphiques) par l'intermédiaire d'une ride filabro-alpujarride. Il y a de quoi s'y perdre !

Au niveau des Névado-Filabrides, enfin, certains auteurs s'accordent à reconnaître l'existence de plusieurs unités superposées (C.G. EGELER et O.J. SIMON, 1969, et M. DURAND DELGA, 1966, entre autres); M.J. PAVILLON (1969), dans un schéma qui ne manque pas d'originalité, a distingué les "Névadides" au S de la région qu'elle a étudiée et les "Filabrides" au N et si ses "Névadides" essentiellement paléozoïques peuvent avoir quelques ressemblances avec les Névado-Filabrides de M. DURAND DELGA (1963) et C.G. EGELER (1963), il n'en va pas de même des "Filabrides" qui ne seraient formées que de Secondaire. Dans les Névado-Filabrides, dont l'architecture est localement assez mal connue, on subodore également des variations d'E en W : les masses de gneiss divers, décrites par les géologues hollandais en Sierra de Los Filabres ne sont pas connues dans la Sierra Nevada, par exemple.

A la fin d'un tel exposé, on en arrive à se demander s'il y a les "chaînes bétiques" ou une mosaïque de "petites chaînes bétiques" personnelles avec une "prolifération cancériforme" ⁽¹⁾ des termes structuraux et paléogéographiques sous lesquels on sent pointer parfois la querelle ou l'obstination à considérer un petit domaine comme représentatif du grand ensemble et ceci au point de la rapprocher ensuite, faisant fi de toute considération d'échelle, aux Alpes tout entières (même si les différences entre les objets comparés sont beaucoup plus nombreuses que les similitudes). Il vaut mieux en rester là, pour ne pas sombrer dans des règlements de compte stériles et songer à l'œuvre qui reste à accomplir pour arriver un jour à une synthèse cohérente et (pourquoi pas ?) originale des chaînes bétiques. Mais pour en arriver là, au moins dans les zones internes, il faudra passer par l'élaboration de synthèses locales, combler les lacunes cartographiques qui sont encore nombreuses en attachant beaucoup de prix à la géométrie appliquée à toutes les échelles (de la région à la formation en passant par les rapports entre les unités et leur architecture interne). Une telle démarche devrait permettre de raccorder d'abord des limites (stratigraphiques et tectoniques) puis de reconnaître des ensembles et leurs variations internes et enfin de comparer les ensembles entre eux. C'est la voie qu'ont pu tracer M. DURAND DELGA et C.G. EGELER en 1963 en définissant deux grandes limites dans les zones internes dont le détail est encore à tracer sur certains secteurs. Entre ces deux limites, dans le "fourre-tout alpujarride" d'avant 1964, faut-il tracer la limite entre domaine "alpujarride vrai" et domaine de "Ballabona-Cucharon" ou "intermédiaire" ? Il faudra tenter de dégager des règles. Pour répondre à la question de savoir s'il faut attribuer à ces différents termes une signification structurale et paléogéographique ou l'une ou l'autre seulement, il me paraît plus prudent d'attribuer pour le moment une signification structurale générale aux Malaguides et aux Névado-Filabrides, une signification structurale locale aux "unités intermédiaires" et au "domaine de Ballabona-Cucharon". Quant au terme alpujarride, il faudrait le rejeter en tant que concept

(1) Expression utilisée par P. ROUTHIER (1966) à propos des publications scientifiques et que l'on ne résiste pas à reprendre au sujet de l'analyse des unités tectoniques et paléogéographiques bétiques.

structural et paléogéographique et ne lui conserver qu'un emploi historico-structural, mais il ne peut s'agir là que d'un vœu puisqu'il n'est pas possible de définir actuellement de termes de remplacement. En attendant des observations plus complètes, c'est F. ALDAYA (1969 b) qui a raison, il vaut mieux employer des noms locaux pour définir des unités locales et accompagner ces définitions de cartes structurales quitte à ce que la littérature devienne difficile à lire en attendant les accords sur les problèmes de corrélation ; mais il faudrait surtout éviter d'utiliser des termes actuellement ambigus tels que "Névadides" ou "Filabrides" de M. J. PAVILLON (1969).

1.3. Les interprétations tectoniques

En gros, deux interprétations des zones internes s'opposent : celle de la "suction infracrustale" ("sous-charriage", fig.147) de M. DURAND DELGA (1963 et 1966) et les interprétations invoquant des "sur-charriages" dont les dernières en date sont les suivantes :

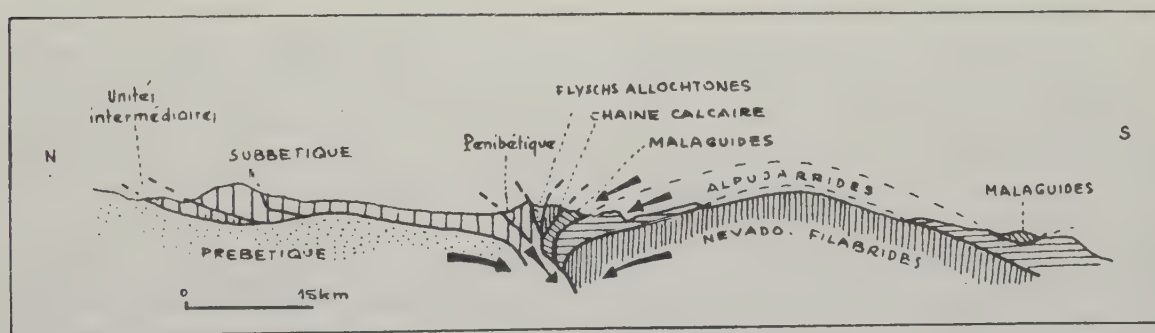


Fig. 147. — Coupe structurale d'ensemble des Cordillères bétiques (très schématique) Les flèches indiquent les déplacements de matières, dans l'hypothèse de la suction.

Schéma extrait de M. DURAND DELGA (1966), p.9, fig. 2.

— celle de P. FALLOT (1948 et 1954) où tout est franchement allochtone sauf les Névalo-Filabrides qui sont cisailés sur le Subbétique, avec tous les problèmes paléogéographiques qu'elle pose (fig.148) ;

— celle de C. G. EGELER et O. J. SIMON (1969) avec une mise en place en deux temps (pile de nappe initiale et rejeu des contacts) accompagnée de l'existence d'un "espace de libre jeu" qui ne résout pas les problèmes de paléogéographie ⁽¹⁾ .

(1) Les auteurs le soulignent eux-mêmes, disant que selon leur conception, "la position des domaines paléogéographiques des ensembles de la zone bétique par rapport à celle de la zone externe de l'orogène, n'est pas fixée par avance". Ajoutons qu'on aurait aimé trouver un schéma explicatif ou tout au moins quelques précisions concernant les localisations possibles de la "zone de libre jeu".

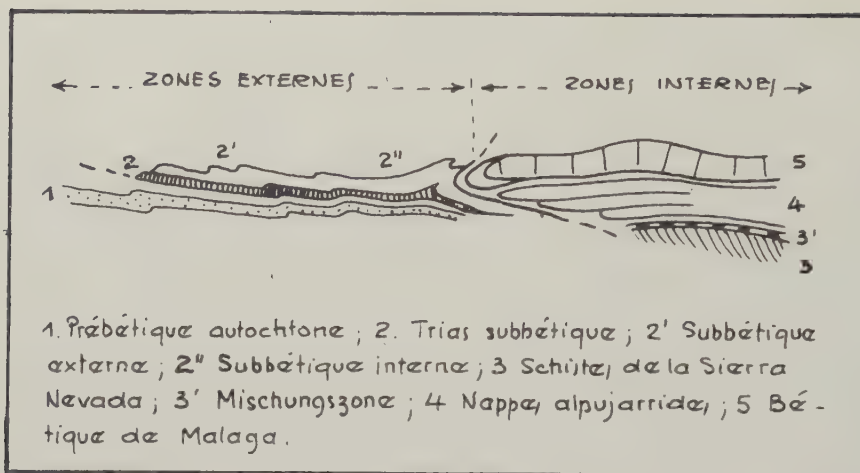


Fig. 148 .- Schématisation des conceptions voisines de P. FALLOT et M. BLUMENTHAL.
(D'après un schéma de J. PAQUET, 1967).

- celle de M. J. PAVILLON (1969) où les déplacements de faible amplitude, dirigés du S vers le N, affecteraient inégalement une paléogéographie en contradiction non seulement avec celle de la région voisine étudiée par F. FERNEX (1968) mais aussi avec celle généralement admise pour l'ensemble de la chaîne.

Partir de l'une ou l'autre de ces vues pour tenter d'y intégrer les données recueillies dans la région d'Almeria ne me paraît pas la meilleure solution. Il me semble préférable de résumer ici brièvement les observations et les conclusions des chapitres précédents (dissection de l'édifice régional) et de rebâtir ensuite un modèle d'évolution régionale que je comparerai aux modèles proposés pour l'évolution des zones internes et de la chaîne dans son ensemble.

2 - RESUME DES OBSERVATIONS ET DES CONCLUSIONS TIREES DE LA DISSECTION ANTERIEURE : HISTOIRE POST-NAPPE DE LA REGION.

2.1. Rappels sur la constitution régionale

Dans la Sierra de Gador, l'analyse géométrique des limites géologiques a montré qu'il existait sous un Néogène transgressif plusieurs éléments tectoniques superposés ayant subi une histoire tectonique complexe qui sont de haut en bas :

- 1 - les klippes malaguides qui reposent sur
- 2 - la nappe de Felix elle-même recouvrant
- 3 - la nappe de Gador qui s'appuie sur
- 4 - la nappe de Lujar et
- 5 - les Névado-Filabrides dont il n'est pas possible de voir, dans le secteur étudié, s'il s'agit encore d'une grande nappe ou d'un parautochtone, ou d'un autochtone véritable.

2. 2. Histoire régionale postérieure aux cisaillements

L'étude de la disposition spatiale du Néogène y a montré l'existence de trois séries sédimentaires superposées (séries I, II et III du chapitre IV). Dans les deux dernières (Miocène élevé), on peut distinguer des dépôts antérieurs (série II) et postérieurs (série III) à une importante phase tectonique (serrage transversal par rapport à la chaîne) ayant affecté des zones privilégiées de l'édifice de nappes. Ces zones privilégiées se répartissent autour d'un bloc dissymétrique au moins partiellement bordé par des failles ; le rôle de ces dernières a pu se faire sentir déjà au moment de la sédimentation (série tortonienne II) et peut-être auparavant, à l'époque du paroxysme volcanique régional (certaines de ces failles sont des directions nouvelles). Ces fractures pourraient naître à l'Aquitanién-Burdigalien, époque à laquelle en dehors de la région, des éléments de l'édifice de nappe gagneraient encore leur position définitive (au N de la Sierra Nevada, des éléments "alpujarrides" ; dans le bassin de Sorbas, des éléments malaguides)⁽¹⁾. Dans la région de la Sierra de Gador, aucun élément ne permet de fixer l'âge de mise en place des nappes ; on peut seulement dire que cet édifice est antérieur au Tortonien qui le recouvre et probablement déjà réalisé sous une forme voisine de l'actuelle, peu avant la série I qui remanie des éléments névado-filabrides, ce qui implique l'érosion de tout ce qu'il y a pu avoir au-dessus auparavant ("Alpujarride" et Malaguides). Pour les lambeaux malaguides situés dans la dépression entre Sierra Nevada et Sierra de Gador et dans la gouttière entre Sierra Contraviesa et Sierra de Gador, peut-être pourrait-on avancer une hypothèse : avant le début du Miocène, il existait à l'emplacement de la Sierra Nevada et jusqu'à l'aplomb de son arête actuelle, un édifice constitué par toutes les nappes reconnues dans la Sierra de Gador, y compris l'ensemble malaguide beaucoup plus continu qu'actuellement mais dont le front était plus septentrional ; au cours de la première amorce de bombement de la Sierra Nevada (post-burdigalienne) des lambeaux malaguides glissent sur leur substratum lui-même déjà érodé et se "réfugient" à l'abri de l'érosion dans les dépressions naissantes⁽²⁾ ; plus tard, pendant l'Helvétien et

(1) On peut se demander si la subsidence des bassins orientés EW ou SE - NW, puis les plissements dans ces bassins ne sont pas dans la région en partie les effets d'une même cause : un réajustement post-volcanique qui se traduirait d'abord par des affaissements, puis ces affaissements entraîneraient des froissements locaux.

(2) Une telle hypothèse a le mérite de répondre d'une manière satisfaisante au problème posé par l'aspect chaotique de ces klippes, par le morcellement qui ne peut être attribué à l'érosion seule et à la mise en place sur des niveaux lithostratigraphiques variables de la nappe de Felix (voir le paragraphe 4 du chapitre VII).

le Tortonien, ils pourront être légèrement érodés avant d'être fossilisés par la série tortonienne II. Ce serait ainsi peut-être à la limite Oligocène-Miocène, en tous cas après l'Aquitanién, que se situerait ce que M. DURAND DELGA (1968) a appelé "le départ à la dérive des malaguides" et ce mouvement surviendrait bien après la véritable mise en place des nappes.

Dans la région étudiée, en remontant l'échelle stratigraphique, au-delà du "Tortonien" (fig. 31), plus aucun fait n'est lisible directement dans des formations cicatrisant des accidents ou enregistrant leur fonctionnement lointain et il se produit avant cette époque de grands cisaillements affectant l'ensemble de l'édifice de nappes.

2.3. Les cisaillements

Sur le méridien d'Adra et de la Alqueria, deux grands accidents (cisaillements) tranchent les séries de la nappe de Gador donnant naissance à ce que j'ai appelé les unités tectoniques Gador I et Gador II (et peut-être, aux unités Felix I et Felix II. A l'E, l'accident le plus bas (sous Gador I) meurt au hameau de la Haza de las Parras dans une zone de plis aigües affectant encore la série t₁ au S de San Roque (niveau d'observation possible) alors que plus à l'W les micaschistes étaient impliqués : l'accident le plus élevé (sous Gador II) fait le tour du massif triangulaire Adra-Berja - El Ejido, s'enfile dans une entaille pratiquée au sein de la nappe de Gador par l'érosion (qui en a profité) et meurt à quelques kilomètres des "Dos Hermanas" dans un pli complexe affectant jusqu'aux faciès t₃ de la nappe de Gador (flanc méridional de la Sierra). A l'W, on peut penser que le cisaillement inférieur peut être suivi fort loin à travers la Sierra Contraviesa et jusqu'au S de la Sierra de Lujar (fig. 145) tandis que le cisaillement situé sous Gador II disparaît dans la Méditerranée près du village de El Pozuelo (fig. 145). Dans le domaine de la Sierra Contraviesa, au moins jusqu'au méridien de Los Dagas, ces deux accidents affectent avec certitude l'ensemble des nappes de Gador (celle-ci fortement réduite) et de Felix (= nappe de Murtas pro-parte de F. ALDAYA, 1969b).

Nulle part le long de ces cisaillements, il n'a été trouvé de Néogène impliqué, ce qui, à mon avis, étant donné les faits observés à propos des accidents intratortonien, oblige à les considérer comme des mouvements antérieurs au Néogène local dont l'importance va en croissant vers l'W. D'après la forme et l'amplitude des chevauchements observables, il s'agit bien de mouvements cisailants dont il resterait à trouver exactement les relations qu'ils peuvent avoir avec les stades I et II de cisaillements définis par J. BOULIN (1968) à l'W de Motril et auxquels il a attribué la naissance des nappes bétiques sans pouvoir leur donner un âge plus précis qu'anté-miocène, faute d'arguments sur le terrain (dans cette zone, n'y aurait-il pas en fait des "nappes de nappes" ?) Quelles peuvent être

les relations entre ces accidents et les cisaillements mis en évidence par M. DURAND DELGA (communication orale lors d'une réunion de l'E.R.A. ⁽¹⁾ "Méditerranée occidentale") ?

La naissance de ces accidents importants, faisant jouer l'édifice comme les morceaux d'un éventail peut-elle être expliquée par le rapprochement des blocs continentaux européen et africain ? D'après L. GLANGEAUD (1954), il faudrait alors leur donner un âge qui se situerait "avant l'Aquitanién — moment où le promontoire africain chevauche la Meseta dans la région de la Sierra Nevada" (voir la fig.148). Pour le moment, seul le départ de deux d'entre eux peut être envisagé avec certitude et on peut supposer que dans la moitié méridionale des Sierras Contraviesa et de Lujar ils pourraient expliquer une partie des complications observées par F. ALDAYA (1969 b). Si ces accidents se prolongent loin vers l'W, ils pourraient bien y masquer le véritable paroxysme tectonique ⁽²⁾, c'est-à-dire la tectonique de nappe puisqu'ils affectent un édifice déjà réalisé. On peut se demander aussi si de tels accidents existent encore plus à l'E, dans le domaine interne. Leur absence pourrait expliquer le besoin qu'ont ressenti certains auteurs à envisager de nombreuses unités tectoniques comme peu déplacées : unité d'Almagro de O. J. SIMON (1964), zone de Ramonete de F. FERNEX (1968) et secteur de Cartagena de M. J. PAVILLON (1969). Mais il ne s'agit là que d'extrapolations bien imprudentes, étant donné les trous cartographiques qui subsistent encore dans cette partie des zones internes.

Dans la région étudiée, l'élimination de ces accidents cisailants permet de reconstruire l'allure antérieure des nappes constitutives de l'édifice (fig.149).

3 — CONSTITUTION PRIMITIVE de l'EDIFICE de NAPPES

3.1. Constitution et forme des tranches de nappe typiques

Après avoir enlevé toute la tectonique affectant l'édifice de nappes déjà réalisé, des tranches caractéristiques des nappes ont été dessinées en perspective (Pl. XIX). Sur cette planche, la figuration des lambeaux malguides doit être considérée comme un peu artificielle puisque leur mise en place définitive, on l'a vu, peut être envisagée dans cette région comme postérieure à la véritable réalisation de l'édifice de nappes.

(1) E.R.A. Equipe de Recherche Associée (au C.N.R.S. : Centre National de la Recherche Scientifique).

(2) Ils conduiraient à remettre en cause toutes les comparaisons entre nappes internes (ou unités tectoniques internes) tentées jusqu'à présent et qui se sont heurtées souvent à des impossibilités ou ont débouché sur des solutions que leurs auteurs eux-mêmes jugeraient boiteuses. A ce sujet, les tentatives de J. BOULIN (1968, p. 428 et 429) sont significatives.

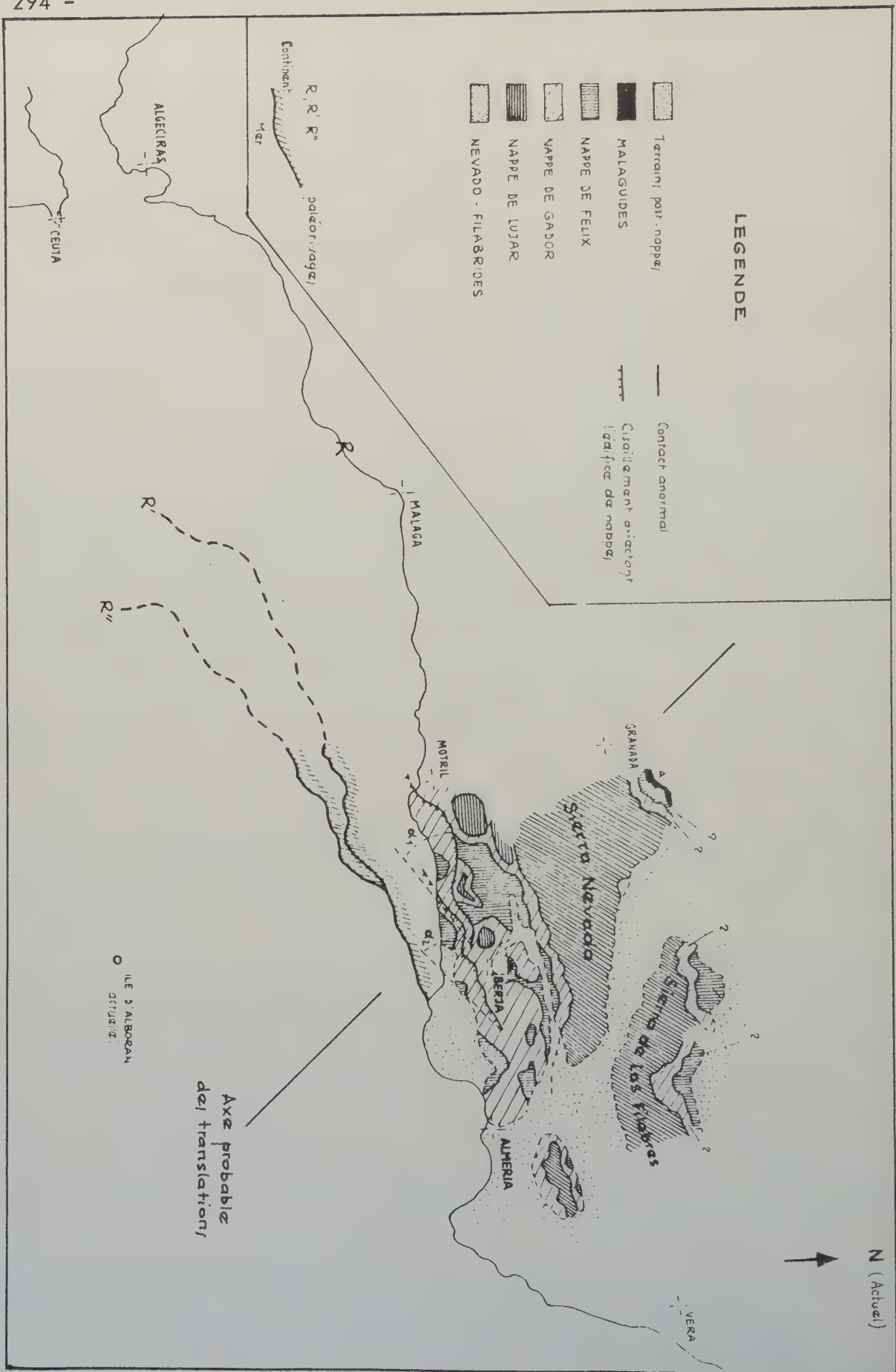


Fig. 149 — Reconstitution de la forme de l'édifice de nappes (Sierra de Gador et zones voisines) avant les grands cisaillements.

Sous les lambeaux malaguides, les témoins de la nappe de Felix ont pu être suivis depuis la Sierra Cabrera jusqu'au NW de la Sierra de Gador. Il est probable que cette grande nappe se poursuit plus à l'E (possibilité d'un ensemble Variegato-Felix) et plus à l'W (nappe de Murtas pro-parte). A l'E, cette nappe ne renferme que du Permo-Trias et du Trias : à l'W, sa semelle se complète vers le bas par une tranche de plus en plus puissante de micaschistes, en même temps que son contact avec la nappe de Gador sous-jacente s'effectue à des niveaux de plus en plus bas de la série de cette dernière. Partout, la série Permo-Triasique de la nappe est moins épaisse que celle de la nappe de Gador ; elle montre quelques variations de composition liées à une paléogéographie (gypses, grès et calcaires t₃ absents ou bien développés).

Sous la nappe de Felix, la nappe de Gador montre une série Permo-Triasique s'épaississant d'E en W, affectée d'irrégularités bien visibles dans la puissance variable des ensembles t_{2a}, t_{2b} et t₃. Ces irrégularités s'organisent de part et d'autre de directions orientées sensiblement SE-NW (ne pourrait-il pas exister une relation entre ces directions et celle que l'on observe dans le bâti de la Meseta ?). A l'W et au N de la région, la nappe de Gador est, soit tronquée par la nappe de Felix dont le contact plonge brusquement vers le NW, soit étirée entre la nappe de Felix (et son prolongement occidental : la nappe de Murtas pro-parte de F. ALDAYA, 1969 b) et la nappe de Lujar. Toujours à l'W, mais au S de la région, la nappe de Gador, comme la nappe de Felix, s'enrichit d'une semelle de micaschistes. La partie supérieure de la nappe de Gador (t₃) est froissée et métamorphisée avant d'être tronquée ou étirée.

Sous la nappe de Gador, la nappe de Lujar se termine probablement en coin à la fois vers l'E et vers le N puisqu'elle ne réapparaît pas entre nappe de Gador et Névado-Filabrides sur le flanc de l'anticlinal post-nappe de la Sierra Nevada. Peut-être que la nappe de Gador repose sur des horizons de plus en plus profonds de la nappe de Lujar le long de la tranche septentrionale du coin dessiné par cette dernière (bordure N de la fenêtre de Turon, secteur de la mine du Conjuero).

Sous les nappes de Gador et de Lujar s'étend le domaine névado-filabride qui, lui-même, peut être subdivisé en plusieurs nappes ou unités tectoniques (M. DURAND DELGA, 1966, H.V. VOET, 1967, C.G. EGELER et O.J. SIMON, 1969).

3. 2. Comparaison des séries représentées dans les différentes nappes

Au cours des chapitres précédents, d'une manière systématique, à partir de la nappe de Felix, un paragraphe a été consacré aux comparaisons avec la nappe décrite antérieurement (toujours plus élevée dans l'édifice). Ces comparaisons se sont limitées à de grandes difficultés dont l'origine provient, soit de l'érosion d'une

grande partie des nappes, soit du recouvrement tectonique supprimant les observations possibles à travers les surfaces presque aussi étendues que celles qui ont pu être étudiées.

Toutefois, compte tenu de ces difficultés, il a été possible de remarquer certaines analogies entre la composition de l'ensemble malaguide et de la nappe de Felix d'une part, entre la composition de la nappe de Felix et de la nappe de Gador de l'autre. Des analogies de constitution du Trias carbonaté ont été relevées également entre les nappes de Gador et de Lujar ⁽¹⁾. Mais si ces analogies ne peuvent être niées, il faut reconnaître qu'elles n'autorisent pas à elles seules à proposer directement une reconstitution paléogéographique solidement étayée soit dans le cadre du "sous-charriage", soit dans le cadre du "sur-charriage".

La solution à ces problèmes de "sur" ou "sous" charriage ne pouvant être fournie par ce simple examen des données lithologiques recueillies dans les divers fragments de nappes étudiés, il faut tenter d'examiner des modèles et d'étudier leur dynamisme possible et ses conséquences.

4 - ELABORATION des MODELES TECTONIQUES.

Sur la fig. 149, j'ai montré comment il fallait reconstituer l'édifice avant les cisaillements. L'allure primitive de la "pile de nappes" étant maintenant connue, les comparaisons entre les diverses nappes peuvent être tentées à l'aide de coupes ou de cartes. Jusqu'à présent, la plupart des raisonnements à propos des chaînes bétiques ont été tenus en partant de coupes (fig. 150 et 151) mais se sont heurtés aux difficultés qui viennent d'être signalées. Il convient donc de raisonner aussi sur des cartes et si possible de raisonner sur des cartes paléogéographiques qui auront le mérite de permettre les comparaisons des nappes à différents stades de l'évolution régionale : on sait que le Permo-Trias européen est une charnière importante entre les temps "hercyniens" et les temps "alpins", la paléogéographie du Permo-Trias peut très bien être encore étroitement liée à des faits hercyniens alors que celle du Trias seulement sera "alpine".

(1) Ces analogies, ainsi que la similitude des minéralisations en plomb, ont incité J. BOULIN (1968, fig. 77) à envisager hâtivement que la nappe de Lujar constituait l'essentiel de la Sierra de Gador.

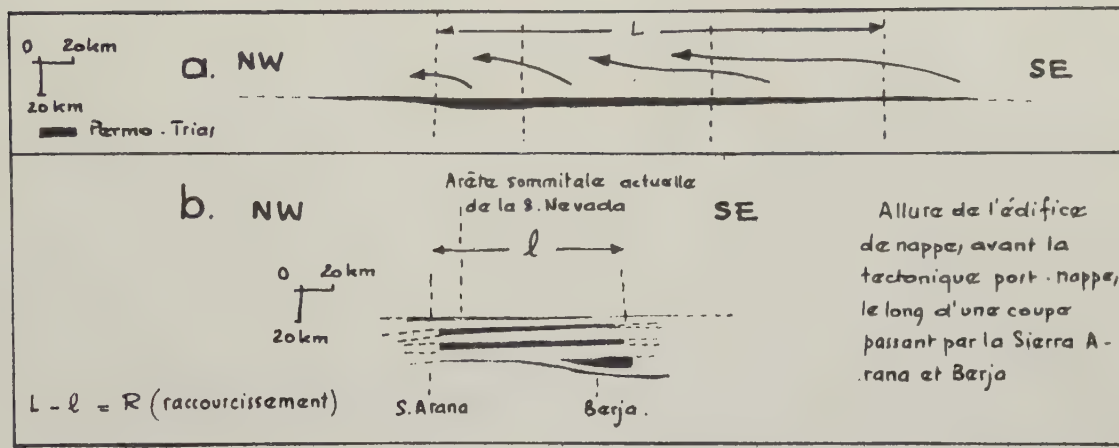


Fig.150.- Cas du "sur-charriage". Evolution du domaine bétique matérialisé par son Permo-Trias.

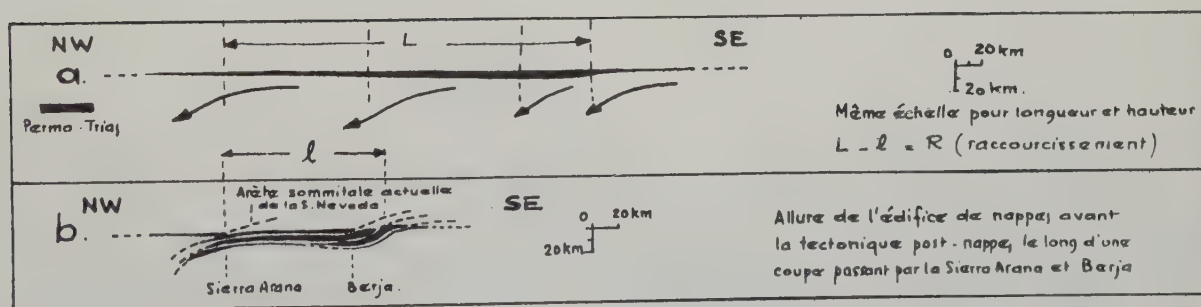


Fig.151.- Cas du "sous-charriage". Evolution du domaine bétique matérialisé par son Permo-Trias.

On a vu que les cisaillements affectant l'édifice de nappe recoupaient une tectonique intense déformant la série t_3 de la nappe de Gador et se traduisant par des plis couchés dont la direction des axes oscille entre N 30 E et N 50 E (Pl. XIII) ⁽¹⁾. J'ai supposé que cette tectonique était contemporaine de la véritable tectonique de nappe et qu'un métamorphisme lui était associé. Partant de ces faits et de l'allure de la troncature ou de l'étirement réduisant à l'W la nappe de Gador, on peut imaginer que les translations se sont effectuées suivant un axe perpendiculaire aux plis couchés et confondu avec la ligne de plus grande pente de la troncature (ou étirement). Il faut donc choisir un axe de translation orienté entre N 50 W et N 70 W. Dans le contexte de la fig. 149, on peut imaginer que la variation N 30 à N 50 E ⁽²⁾ est due aux effets des cisaillements, déformant les axes sur une partie de la région étudiée mais comme il est difficile d'apprécier la valeur des angles α_1 et α_2 , j'ai choisi une direction N 60 W pour les constructions des fig. 152 A et B, et de la planche XX.

Le long de cette direction (en gros, NW-SE), il faudra maintenant considérer des surfaces élémentaires (secteurs des nappes étudiées) et les faire glisser les unes par rapport aux autres comme l'indique la fig. 152. Si l'on suppose que les nappes n'ont pas subi de mouvement de rotation au cours de leur mise en place (ce qui est probable), on arrive aux reconstitutions paléogéographiques A et B au sein desquelles subsistent de vastes inconnues (zones érodées ou zones recouvertes) et où les surfaces élémentaires initialement superposées (S_1 , S_2 et S_3) peuvent être habillées des variations de faciès reconnues à telle ou telle époque pour être comparées. A une époque E, les zones d'isofaciès f_1 , f_2 et f_3 de la surface S_1 se disposeront suivant le modèle A du "sous-charriage" tandis qu'elles se disposeront suivant le modèle B dans le cas du "sur-charriage" (fig. 152).

Si l'on appelle V_1 , V_2 et V_3 les vecteurs représentatifs des translations subies par les surfaces S_1 , S_2 et S_3 , il s'agit maintenant de savoir comment on pourra mesurer la longueur de ces vecteurs. Pour les mesurer exactement, il faudrait pouvoir observer sur le terrain quelle distance exacte de l'axe des translations est recouverte par la surface S' contenant la surface S_1 , quelle distance exacte est recouverte par la surface S'' qui contient la surface S_2 etc Or, dans l'état actuel de l'édifice, il n'est pas possible de savoir où se situent le front et la racine de chacune des nappes. Il faudra donc procéder d'une façon approximative et pour cela il existe deux possibilités :

1 - utiliser des zones paléogéographiques identiques représentées dans deux nappes immédiatement voisines dans l'édifice actuel ou bien,

2 - imaginer un front ou une racine et refaire la construction A ou B, en tenant compte des surfaces cachées et érodées.

(1) Ces chiffres sont exprimés en grades.

(2) Des mesures plus nombreuses et mieux réparties que celles que j'ai effectuées permettraient de mesurer ces angles α_1 et α_2 indirectement.

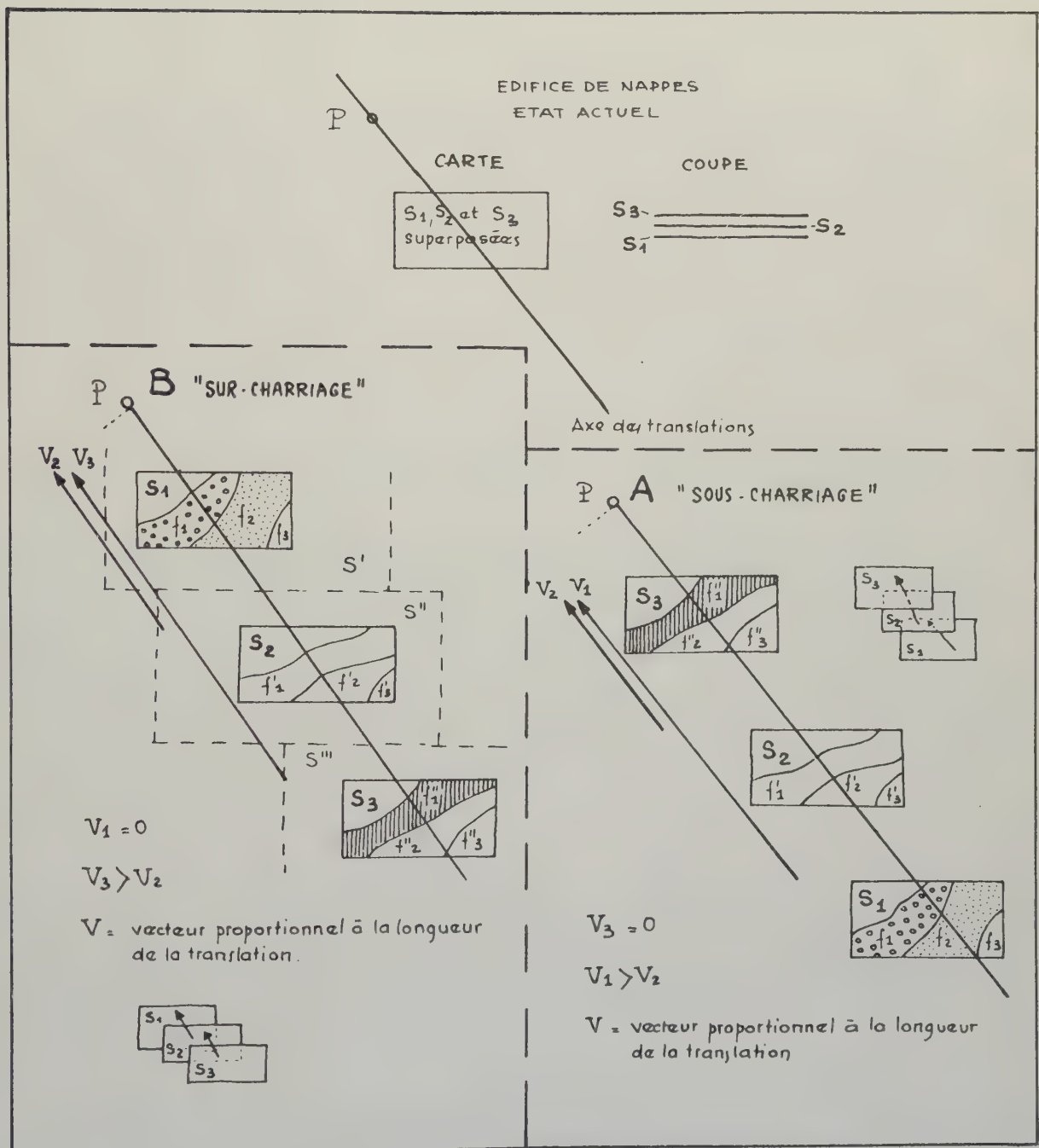


Fig. 152. — Modèles tectoniques pour la reconstruction de la paléogéographie antérieure à la réalisation de l'édifice de nappes.

La solution 1 présente un grave inconvénient : elle oblige à postuler que deux zones d'isofaciès appartiennent à un domaine paléogéographique continu alors que cela n'a peut-être pas été le cas. La deuxième solution conduit à donner une longueur approximative aux vecteurs V mais a l'avantage de permettre la construction de deux images dépourvues de toute hypothèse paléogéographique de départ. Puisqu'il s'agit de savoir si c'est dans l'hypothèse A ou B de la fig.152 qu'on obtient une paléogéographie anténappe cohérente, je préférerai cette deuxième solution à la première et choisirai de considérer le contact entre zones internes et zones externes de la Sierra Arana comme front des nappes et une ligne passant approximativement par la côte longeant la chaîne du Cabo de Gata comme zone radicale. Dans les reconstructions (Pl. XX), il existe donc une approximation systématique de part et d'autre de chaque surface initiale que j'ai supposé avoir été occupée par une nappe.

5 - LES MODELES PALEO GEOGRAPHIQUES

J'ai reconstitué d'une façon approchée sur la pl. XX les deux paléogéographies possibles selon la méthode indiquée précédemment. Il s'agit d'examiner maintenant en carte (AA' et BB') et en coupe (aa' et bb') quelle est la solution qui concilie le mieux les données de la lithologie, de la tectonique (géométrie) et du métamorphisme, recueillies sur le terrain lors de l'étude des nappes pour opter ensuite en faveur de l'une ou l'autre hypothèse de mise en place.

5.1. Données lithologiques

Afin de ne pas surcharger les schémas sur les cartes AA' et BB' représentatives d'une tranche oblique par rapport à l'allongement actuel de l'édifice, je n'ai figuré que les données concernant le "socle" des nappes et leur "couverture" telle qu'elle se présentait au Permo-Werfénien. Pour ce qui est de leur aspect au Trias plus élevé, on trouvera les mêmes données dans le Tome II.

5.1.1. Hypothèse du « sous-charriage ».

Les Malaguides occupent une position septentrionale proche de l'autochtone puisque les faciès de leur Permo-Werfénien sont comparables à ceux du domaine externe à la même époque. Leur "socle" est constitué par la série des grauweekes, non métamorphiques, plus ou moins puissante ; leur "couverture" va du Permo-Werfénien (détritique, rouge à intercalation gypseuse locale) au moins jusqu'au Lias dolomitique, comme le Trias. Cette "couverture" est partout moins puissante que dans les autres nappes. Le lambeau des environs de Carboneras avec ses grauweekes,

ses pélites versicolores et ses phyllites, annonce le domaine de la nappe de Felix.

La nappe de Felix, plus méridionale, est caractérisée par un Permo-Werfénien à pélites et grès fins rouges renfermant des intercalations de dolomie et de gypse, locales, cantonnées au SE de la zone à gypse des Malaguides. La série carbonatée du Trias est dolomitique, moins réduite que celle des Malaguides et contient localement des faciès du type t_3 annonçant le domaine plus méridional de la nappe de Gador.

Dans cette dernière nappe, le Permo-Werfénien (essentiellement des pélites et des grès fins métamorphiques), renferme encore quelques intercalations gypseuses importantes au NW, mineure à l'E pouvant correspondre, pour les premières, au prolongement de la zone à gypse de la nappe de Felix. Plus haut, en allant du NE vers le SW, la série carbonatée présente un développement de plus en plus grand et atteint son maximum dans une bande oblique (sensiblement parallèle à l'axe AA') où se situent des venues éruptives basiques qui pourraient s'être mises en place à l'époque t_2/t_3 . Au SW, dans la zone comprise actuellement entre Adra, El Ejido et Berja où la masse dolomitique t_2 est moins uniforme qu'ailleurs, on pourrait voir l'annonce des séries de la nappe de Lujar.

Dans cette dernière nappe, on ne peut guère donner d'autres précisions que les suivantes : la série carbonatée est puissante, dolomitique et calcaire ; dans la fenêtre de Lujar, elle renferme de nombreuses intercalations de roches vertes.

Enfin, tout à fait au S vient se disposer la série permotriasique des Névado-Filabrides, caractérisée par sa faible puissance le long de cette transversale et, ainsi, assez difficilement comparable à celle de la nappe de Lujar, sans imaginer entre les deux, soit la présence d'un seuil important, soit l'existence de zones devenues aujourd'hui invisibles parce que cachées par le cisaillement des zones internes sur les zones externes (ces inconnues sont traduites par les points d'interrogations portés sur les coupes de la pl. XX).

Le long de la coupe aa', tous ces domaines se raccordent assez bien et conduisent à une image cohérente de la paléogéographie locale. Cette image s'intègre bien dans les résultats obtenus ailleurs (Y. PEYRE, 1969 a et b, J. PAQUET, 1967). Examinée du point de vue évolutif, on peut envisager que le long de cette coupe, on passe progressivement d'une zone où la sédimentation est toujours réduite mais continue (Malaguides) à une zone où les dépôts sont puissants mais de plus en plus incomplets vers le haut pour arriver à un domaine Névado-Filabrides où les phénomènes karstiques ont profondément affecté les dépôts carbonatés du

Trias ; au Permo-Werfénien, on passe de dépôts détritiques grossiers à des dépôts de plus en plus fins et, au Trias plus élevé, de dépôts dolomitiques à des dépôts mixtes puis essentiellement calcaires. Les zones à manifestations volcaniques basiques des nappes de Gador et de Lujar sont à peu près dans le prolongement l'une de l'autre.

5.1.2. Hypothèse du « sur-charriage »

Dans la reconstitution BB', le schéma auquel on aboutit oblige beaucoup plus, cette fois, à admettre l'existence d'un seuil entre les domaines de Lujar et des Névado-Filabrides et il faudrait aussi en placer un entre la nappe de Felix et les Malaguides. Les domaines à manifestations éruptives basiques (nappes de Gador et nappe de Lujar) ne sont plus dans le prolongement l'un de l'autre. Les domaines à gypse ne peuvent plus être raccordés aussi facilement les uns aux autres et il faut imaginer une localisation des dépôts grossiers du Permo-Werfénien malaguides entre deux domaines à dépôts plus fins : finalement, l'image locale, moins cohérente que dans le cas précédent, ne s'intègre pas dans le cadre régional où l'on sait maintenant qu'il y a passage progressif du Trias malaguide au Trias des zones externes méridionales.

5.2. Les données de la tectonique (géométrie)

5.2.1. Hypothèse du « sous-charriage »

Sur la coupe AA', l'inclinaison de la troncature (ou étirement), observée dans la nappe de Gador, s'intègre parfaitement avec un schéma qui envisage son déplacement sous la nappe de Felix. De même, la forme générale de la nappe de Lujar (pl. XIX), et la troncature inclinée vers le N, observée près du Conjuro (fig.137 B) cadre bien avec un mouvement tangentiel vers le N, identique au précédent.

Dans ce cadre, les plis couchés, observés dans t₃ ⁽¹⁾ de la nappe de Gador, représentent le froissement de niveaux incompetents d'autant plus intense que l'on se trouve dans un domaine plus septentrional et les écailles de Coto-Laisquez pourraient être interprétées comme l'exagération de ces phénomènes entraînant des ruptures là où la série est peu puissante et des chevauchements vers le S.

(1) On a vu, au chap. VIII, que je n'avais pas pu reconnaître de succession lithostratigraphique détaillée et sûre dans l'ensemble t₃, ce qui m'a empêché jusqu'à présent de reconnaître avec certitude le sens général de déversement de ces plis.

5.2.2. Hypothèse du « sur-charriage »

La forme des deux troncatures ne cadre pas du tout avec cette interprétation ou bien il faut considérer que ces figures sont postérieures à la mise en place des nappes, sans disposer d'arguments pour le prouver.

Dans cette hypothèse, les plis couchés de t_3 ⁽¹⁾ devraient être déversés vers le N et il faut invoquer des mouvements post-nappes pour expliquer la disposition des écaillés de Coto-Laisquez (gravité sur le flanc méridional de la Sierra Alhamilla ?).

5.3. Les données du métamorphisme

Sur ce sujet, je ne me suis pas livré à l'étude systématique et détaillée qui permettrait seule de replacer ce vaste problème dans le cadre de l'une ou de l'autre hypothèse. Toutefois, quelques remarques doivent être rappelées :

— dans tous les échantillons de micaschistes à grenats des Névado-Filabrides que j'ai pu observer, ces minéraux sont partiellement détruits et étirés ou totalement détruits, ce qui s'accorderait assez bien avec l'hypothèse d'un étirement intense des Névado-Filabrides dans l'hypothèse du sous-charriage ;

— il existe un métamorphisme net au sommet de la nappe de Gador prenant de l'importance surtout à l'W de celle-ci. Il se développe où la nappe est tronquée ou étirée sous la nappe de Felix et où cette dernière présente une plus grande puissance qu'à l'E. Si l'on rapproche ces observations de celles de J. BOULIN (1968) encore plus à l'W, où les nappes alpujarrides paraissent encore plus affectées qu'au centre des zones internes, on peut se demander quels rapports il peut y avoir entre ce phénomène et la dynamique (ou les dynamiques successives), une augmentation de la surcharge et les "bouffées thermiques" invoquées par M. DURAND DELGA (1966) d'après les travaux de J. BOULIN (1968) et de F. FERNEX (1968) ;

— dans l'hypothèse du "sur-charriage" (coupe AA' et cartes aa') tout à fait au S de la patrie de la nappe de Felix, et au sein des Malaguides, il faudrait situer un secteur où des phyllites satinées (pélites permo-werfénienues légèrement métamorphiques surmontant des grauwackes (Paléozoïque) elles aussi légèrement métamorphiques alors que dans tout l'Ensemble malaguide, ces horizons ne sont pas métamorphiques (Pl. XX). Dans l'hypothèse du "sur-charriage" par contre, une telle zone est parfaitement à sa place au N du domaine de la nappe de Felix à la fois d'après son léger métamorphisme et d'après sa série lithologique, série carbonatée présentant à la base des affinités alpujarrides et au sommet des affinités malaguides (dolomies secondaires — Lias ?).

6 - CONCLUSION sur le MODE de MISE en PLACE des NAPPES .

Les données générales récentes sur la chaîne ont mis en valeur la réalité de la continuité des Malaguides le long de la "zone limite" et la parenté des faciès de ce domaine avec ceux du Subbétique interne d'une part et ceux des unités "intermédiaires" de l'autre (J. PAQUET, 1967 ; F. FERNEX, 1968 ; Y. PEYRE, 1969 a et b) ; elles ont conduit à imaginer que les Malaguides étaient restés à peu près en place lors de la mise en place des nappes (M. DURAND DELGA, 1963 ; J. PAQUET, 1967 et F. FERNEX, 1968).

Le modèle paléogéographique du "sous-charriage" (Pl. XX) sur lequel ont été projetées surtout les données locales de la géométrie et des variations de composition lithologique présente beaucoup plus de cohérence que celui du "sur-charriage". Il faut à mon avis le retenir puisqu'il harmonise les faits régionaux et l'intégrer dans l'hypothèse générale de la "suction infra-crustale" invoquée par M. DURAND DELGA (1963) pour expliquer la tectogenèse des chaînes bétiques.

Il resterait maintenant à confronter les conséquences d'une telle hypothèse avec les données de la géophysique et à reconstruire l'histoire évolutive de la région. Pour le premier point, je me bornerai à constater ici un fait qui me paraît capital, c'est que la constitution actuelle du substratum de la Méditerranée, considéré comme "intermédiaire" entre sialique et simatique par H.W. MENARD (1967) et R.W. VAN BEMMELEN (1969) s'expliquerait assez bien par l'étirement d'une croûte sialique (névado-filabride surtout) dont l'évolution aurait débuté au Trias.

7 - HISTOIRE GENERALE de la REGION, de la FIN du PALEOZOÏQUE à l'ACTUEL .

Au Permien, l'aire étudiée est constituée par des formations d'âge carbonifère inférieur ("socle" malaguide) ou inconnu (micaschistes) dont une partie ⁽¹⁾ d'entre elles peut avoir subi l'orogénèse hercynienne (problème de la discordance sous le Permien). Ces formations font partie d'une surface aux reliefs peu accusés, occupant une position marginale par rapport au bloc ancien, ibérique. Dès le Permien ou à partir du Trias inférieur (t₁) seulement, cette contrée est l'objet d'une sédimentation détritique grossière et fine au NW, fine vers le SE avec probablement déjà des zones de nature marine franche (gypse, dolomies à Ammodiscidés).

(1) Entre le domaine malaguide au NW et le domaine névado-filabride, au SE, il y a plus de 160 km, ce qui est largement suffisant pour imaginer qu'une partie du "socle" des nappes bétiques a pu participer à une orogénèse hercynienne alors que l'autre n'était pas affectée ou, au moins, peu affectée et en tous cas non métamorphisée.

A la fin de l'époque t_1 , la disposition paléogéographique primitive est conservée : au NW, les dépôts sont toujours de type détritique (grès rouges, grès roses de type côtier ou deltaïque) tandis qu'au SE, ils sont plus fins (surtout des pélites plus ou moins gréseuses et moins ferrugineuses jusqu'au moment où survient une inondation marine générale se traduisant par le dépôt de dolomies (t_2) ou de calcaires grés argileux (t_{2a}) suivis de dolomies (t_{2b}). A partir de l'époque t_{2b} des dépôts dolomitiques se généralisent dans le domaine des Malaguides et des nappes de Felix et de Gador ; dans les Névado-Filabrides et la nappe de Lujar, les détails manquent pour savoir si ces dépôts sont surtout dolomitiques ou calcaires. Pendant l'époque t_2 et à la fin de celle-ci, certaines aires privilégiées seront l'objet d'une subsidence plus accusée que leurs voisines. La subsidence locale plus accusée a pu être accompagnée de fracturations synsédimentaires puis (et) de la mise en place de matériaux volcaniques basiques le long des cassures profondes (phase de disjonction de L. GLANGEAUD, 1954).

A la limite t_2/t_3 , les conditions paléogéographiques d'ensemble se modifient et les apports également. Après une invasion de dépôts siliceux, les dépôts calcaires et argileux se généralisent dans une aire comprise entre les Malaguides au NW où persistent peut-être les dépôts dolomitiques et l'aire du SE où les dépôts carbonatés antérieurs sont amenés dans les conditions aériennes ou sub-aériennes favorables à la réalisation d'une morphologie de type karstique (aire névado-filabride, probablement soumise à ces conditions en partie seulement).

A la fin de l'époque t_3 , la tendance à l'émersion au SE gagne des zones situées plus au NW (futurs nappes de Lujar, de Gador et de Felix) tandis que dans le domaine malaguide se déposent encore des roches carbonatées et des gypses puis des calcaires oolitiques (qui seront dolomitisés par la suite). A partir de cette époque, tout ce dernier domaine continuera d'être l'objet d'une sédimentation plus ou moins continue.

Entre le Trias supérieur et l'Aquitanién, aucun dépôt ne permet de dire ce qui se passe dans les zones les plus internes. Il est possible qu'il ne s'y soit mis en place aucune formation sédimentaire et qu'elles aient été l'objet d'une érosion pendant la plus grande partie de cette époque. Cette érosion aurait pu alimenter les zones plus externes (P. CHAUVE, 1967) en même temps que les nappes amorçaient leur mouvement de mise en place.

Cette mise en place s'effectue dans un cadre paléogéographique bien différent de l'actuel ; en particulier, l'axe bético-rifain est certainement beaucoup plus ouvert qu'actuellement. Peut-on imaginer là un paysage analogue à celui que R.W. VAN BEMMELEN (1969) appelle l'"idéogéosynclinal" ? Si les grands cisaillements post-nappes sont nombreux, cela est fort probable compte tenu des

reconstructions qu'ils obligent à effectuer. C'est probablement aussi au cours de la mise en place des nappes que le métamorphisme bétique ⁽¹⁾ acquiert l'essentiel de ses aspects.

La fin de la mise en place des nappes ne peut être précisée dans la région étudiée, mais on peut penser qu'elle s'effectue à peu près à la même époque qu'ailleurs (avant la fin du Lutétien, d'après J. PAQUET, 1967), étant donné le mécanisme de mise en place invoqué. Avec un tel schéma, s'il y a eu des étirements de surface suivant le modèle proposé par J.M. FONTBOTE (in F. ALDAYA, 1969 b), ces étirements (fig.153) ne sont pas contemporains de la mise en place des nappes mais plutôt des torsions qui vont lui succéder et ne peuvent pas en tous cas être considérés comme un argument contre l'hypothèse de la "suction infra-crustale".

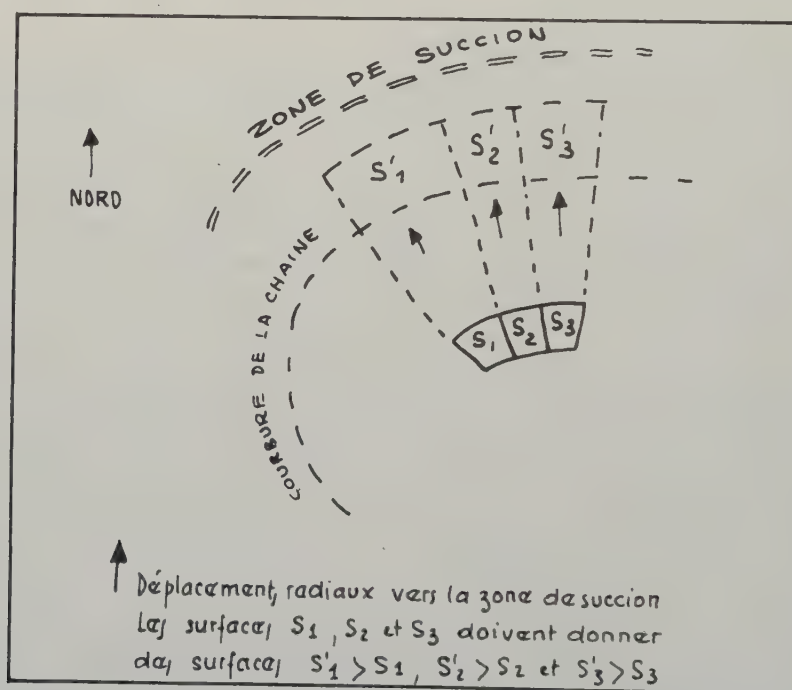


Fig. 153.- Schématisation de l'objection faite à l'hypothèse de la suction, par J.M. FONTBOTE (in F. ALDAYA, 1969b).

(1) J'utilise ce terme pour définir un métamorphisme syncinématique affectant des séries d'âge mésozoïque ou plus ancien.

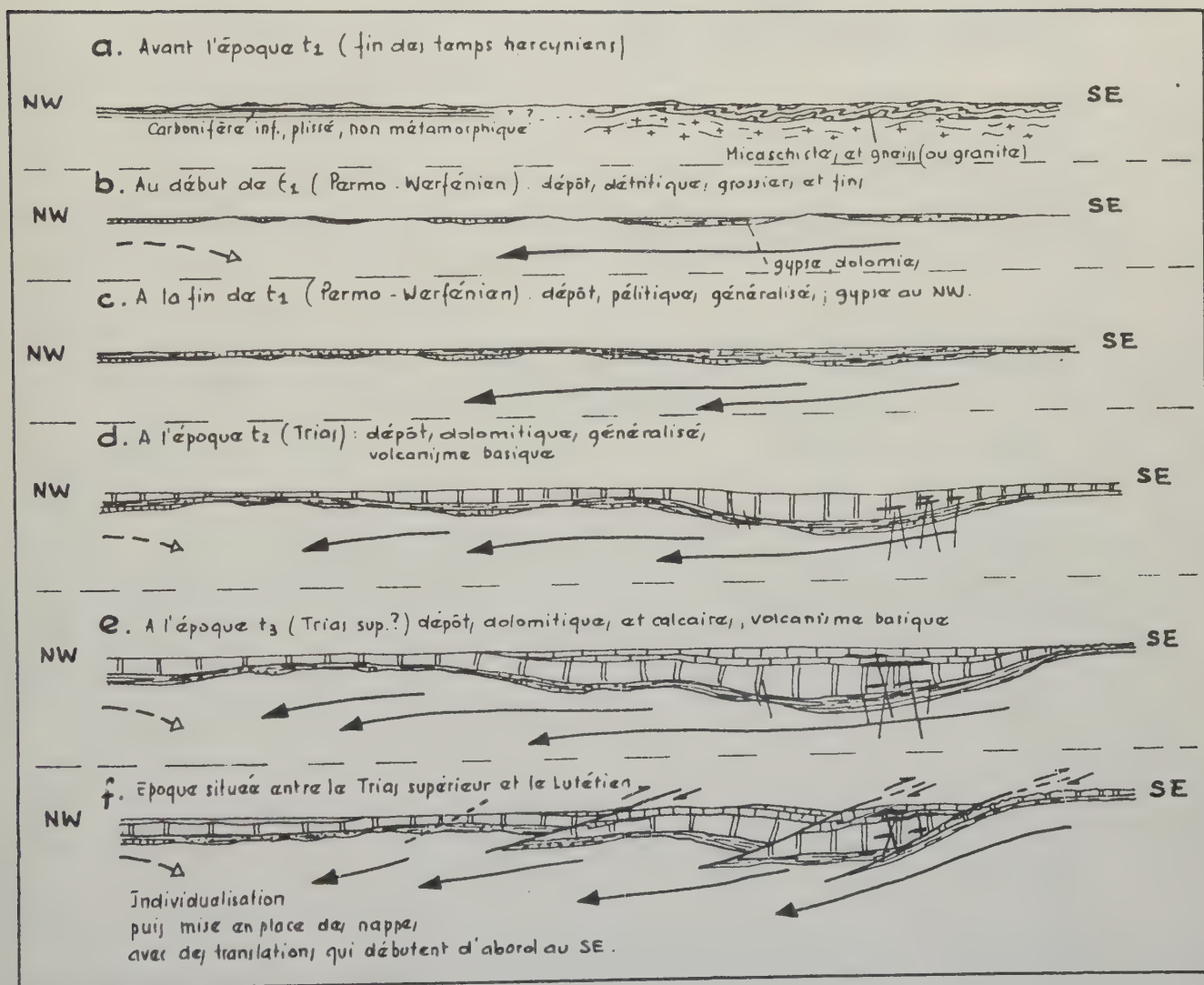


Fig.154. — Essai de reconstitution de l'évolution régionale.

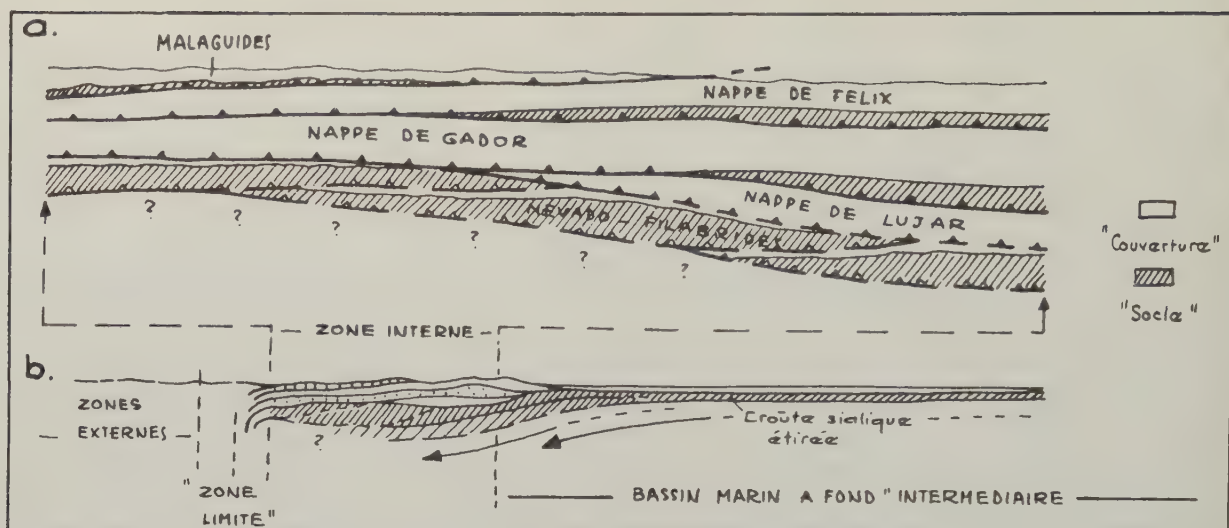


Fig. 155. — Constitution primitive schématique de l'édifice de nappe. Localisation paléogéographique.

Entre la fin du Lutétien et avant l'Aquitaniien, des mouvements de rotations et de glissement relatif ⁽¹⁾ s'opèrent entre les blocs ibérique et africain qui ne sont déjà plus séparés que par une mince bande de croûte "intermédiaire". Le long du bord SE du bloc ibérique, les déplacements entraînent la formation de grandes cassures (cisaillements) le long desquelles les fragments de l'édifice de nappe vont se déplacer avec un mouvement apparent N S tandis qu'une partie de la Mésogée se réduit peu à peu au chenal actuel de la Mer d'Alboran.

Dans la nouvelle mer étroite, affectée de grandes cassures liées aux déplacements des blocs continentaux, des phénomènes volcaniques se manifestent. Ils accompagnent le début de jeux verticaux des petits blocs de la nouvelle bordure continentale récemment individualisée. A partir de l'Helvétien-Tortonien, le volcanisme ne se manifeste plus que localement tandis que l'enfoncement de la mosaïque constituant la marge continentale se généralise à partir de l'E ; les dissymétries observées du N au S et d'W en E s'accroissent. A la fin du Tortonien, c'est soit la pérennité de ces mouvements, soit une ultime phase de compression qui occasionne le serrage et le plissement des dépôts néogènes. Ensuite, l'érosion reprend sur la marge continentale tandis que des soulèvements locaux semblent s'opérer à nouveau pour durer jusqu'à nos jours ; ceux-ci conservent les dissymétries anciennes dans les reliefs. Certaines zones s'affaissent : la "Mar Menor", par exemple (M. SAUVAGE, 1843), envahit peu à peu le pays situé au N de la Sierra de Cartagena.

(1) Lorsque l'intensité et le sens de ces mouvements seront mieux connus, il sera intéressant de les rapprocher des mécanismes suggérés par J. SCHOEFFLER (1965) à propos des Pyrénées ; le bloc ibérique, avec ses chaînes récentes et anciennes, apparaît déjà comme l'objet de choix pour une étude d'évolution de masse sialique depuis les temps hercyniens jusqu'à l'actuel.

Cette évolution peut être schématisée par la série des fig. 154 a à 155 a.

8 - Une HYPOTHESE de RECHERCHE

L'arc montagneux bético-rifain (ou encore, arc de Gibraltar) a été cité dans la littérature géologique comme exemple de chaîne à double déversement (ensemble à symétrie centrifuge de J. AUBOUIN, 1965) ou de tectorogène biliminaire (L. GLANGEAUD, 1968).

Les conclusions de ce mémoire permettent de dire que la tectonique tangentielle (sous-charriage) a été confondue dans ces modèles au moins en ce qui concerne les zones internes avec les accidents cisailants postérieurs. Les chevauchements sont des phénomènes postérieurs à la véritable tectogenèse bétique.

Lorsqu'on examine les contours des cisaillements observés dans les sierras de Gador et Contraviesa et qu'on les reporte sur une carte où figure l'ensemble bético-rifain (carte tectonique de l'Europe par exemple - 1964), on est frappé par leur parenté d'allure avec certains grands contacts anormaux de l'arc rifain ; on serait tenté d'en tracer un autre passant au N de la Sierra Nevada et entre Sierra Nevada et Sierra de Los Filabres. De part et d'autre de la Mer d'Alboran, ces contacts paraissent symétriques. On a vu que pour effectuer les reconstitutions paléogéographiques, il fallait supprimer ces cisaillements et ainsi redresser peu à peu la côte actuelle pour lui donner une orientation de plus en plus proche d'une direction NE - SW. Plus il y aura de cisaillements de part et d'autre de la mer actuelle, plus cette courbe devra être ouverte.

Si ces contacts étaient plus nombreux dans les zones internes et si certains contacts du Rif étaient du même type, en remontant l'échelle stratigraphique, l'arc de Gibraltar s'ouvrirait progressivement pour n'être plus qu'une courbe à grand rayon juste après la réalisation des grands charriages qui viennent d'être décrits ici. Cette hypothèse rejoint les conclusions formulées par M. DURAND DELGA (1966) à propos de l'arc de Gibraltar où il voit une "courbure initiale, marquée dans la paléogéographie" à laquelle "s'est superposée une évolution secondaire" (tectonique). M. DURAND DELGA (renseignement oral) lierait la diminution du rayon de courbure à des phénomènes de "sous-charriages" des zones externes sous les zones internes (cisaillement des zones internes sur les zones externes). On trouve aussi cette idée dans les conclusions de J. DIDON (1969) qui envisage une diminution du rayon de courbure d'environ 100 km dans la zone qu'il a étudiée.

L'idée d'une fermeture tectonique tardive tordant une chaîne continue dans l'arc de Gibraltar est donc liée soit à un "sous-charriage" des zones externes, soit à une compression entre deux blocs. Ces deux blocs se sont rapprochés (L. GLANGEAUD, 1968) peut-être (A.A. MEYERHOFF, 1970) en tournant (S.W. CAREY, 1958 ; J. SCHOEFFLER, 1965 ; F. AHMAD, 1969 ; R.W. VAN BEMMELEN, 1969 a et b ; C.L. DRAKE et I.P. KOSMINSKAYA, 1969 ; N. HAST, 1969 ; J. OLIVER, L. SYKES et B. ISACKS, 1969 ; R. VAN DER VOO, 1969) et des translations ont pu accompagner ces mouvements (J. COULOMB, 1969 où l'on trouvera une carte ⁽¹⁾ de X. LE PICHON, 1968 ; G. GIERMANN, 1961).

Il y aurait sur ce point encore beaucoup d'études locales à conduire, une synthèse à faire. Mais dès maintenant, un certain nombre de faits déjà recueillis obligeront le géologue de terrain à tenir compte de ce qui n'est peut-être plus pour longtemps une simple hypothèse de travail. Si les reconstructions obligeaient un jour à ouvrir la courbure de Gibraltar, bon nombre de problèmes posés par la chaîne considérée dans son ensemble, seraient supprimés et le tectorogène biliminaire (L. GLANGEAUD, 1957) ne serait plus qu'un tectorogène monoliminaire en même temps que ces difficultés signalées par J. AUBOUIN (1965) ne seraient plus que des difficultés apparentes.

Cette hypothèse mobiliste débouche sur des années de recherche à entreprendre. Mais si elle se vérifiait, que resterait-il de la Mésogée classique ?



(1) Une remarque s'impose à propos de ces reconstitutions : elles utilisent les contours géographiques actuels et donnent ainsi une image fautive de la paléogéographie à une époque déterminée. Il faudra tenter rapidement de redessiner ces cartes en tenant compte des données de la géologie.

Vu et permis d'imprimer :

NANTES, le 15 mai 1970

*Le Président du Conseil
Transitoire de Gestion*

Chargé des fonctions de Doyen



P. AVIGNON

A handwritten signature in dark ink, appearing to be "P. Avignon", written over the printed name.

